INRS

Université d'avant-garde

Centre - Eau Terre Environnement

Rapport annuel 2007-2008

Rédaction
Mathilde Renaud
Jean-Daniel Bourgault

Révision linguistique
Isabelle St-Jacques

Conception graphique
France Lévesque communication

Crédits photo
Page couverture (haut) : Francis Gauthier
Page couverture (bas) et ci-contre : Dany Dumont

Pour information
Institut national de la recherche scientifique
Centre - Eau Terre Environnement
490, de la Couronne
Québec (Québec) G1K 9A9
CANADA
Téléphone : 418 654-2524
Télécopie : 418 654-2600
Courriel : info@ete.inrs.ca
Site Internet : www.inrs.ca

Imprimé sur du papier 100 % recyclé
© INRS, Centre - Eau Terre Environnement, 2009
Dépôt légal, Bibliothèque nationale du Québec
Dépôt légal, Bibliothèque et Archives Canada

Le rapport annuel du Centre Eau Terre Environnement

Engagé dans le développement durable du Québec dans le domaine de l'eau, des géoressources et de l'environnement

Table des matières

Le Centre EauTerre Environnement au sein de l'INRS 06

Une vision globale pour un développement environnemental durable 07

Le mot du directeur 08

La recherche multidisciplinaire 10
- La recherche en hydrologie et principaux projets en cours 10
- La recherche en assainissement et valorisation et principaux projets en cours 15
- La recherche en biogéochimie aquatique et terrestre et principaux projets en cours 17
- La recherche en géosciences et principaux projets en cours 20

La collaboration scientifique 25
- Le Centre géoscientifique de Québec 25
- Les chaires de recherche 25
- Les regroupements et réseaux de recherche 26
- Les initiatives internationales 27

La diffusion des connaissances 28
- Les publications 28
- Les activités d'animation 29
- L'effort de vulgarisation 29
- L'excellence de la recherche 30

Un coup d'œil sur le Centre à l'international 30

La formation de personnel hautement qualifié 32
- Les programmes en sciences de l'eau 32
- Les programmes en sciences de la terre 33
- Les stages 34

Des infrastructures de recherche de grande qualité 35
- Le laboratoire de services communs 36
- Les laboratoires de recherche 36

La communauté du Centre 37
- La recherche et l'enseignement 37
- Les services 42

Le Centre en quelques chiffres 43

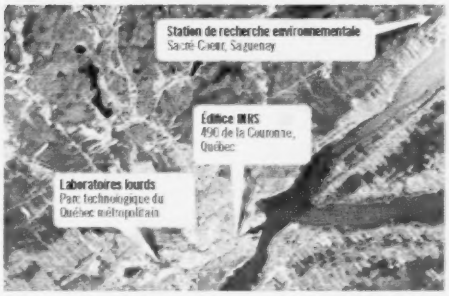
Le rapport financier 44

Le Centre Eau Terre Environnement au sein de l'INRS

L'Institut national de la recherche scientifique (INRS) est une université dont la mission est de développer la recherche fondamentale et appliquée pour le bénéfice social, économique et culturel du Québec. Il s'agit d'un établissement de recherche universitaire qui a comme objectif de former des professionnels qualifiés aux cycles supérieurs (maîtrise, doctorat, postdoctorat) dans des domaines bien définis.

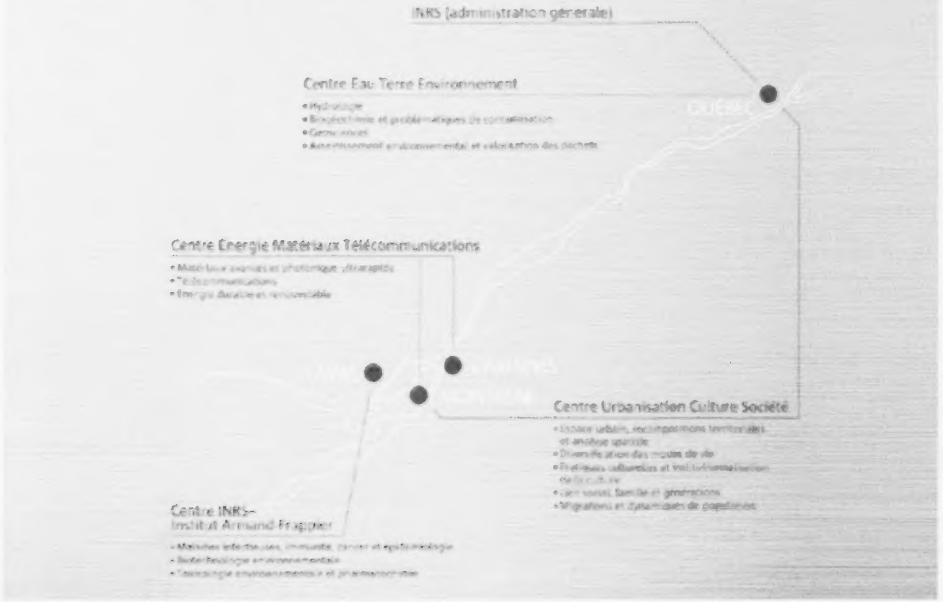
L'INRS est composé de quatre centres : Énergie Matériaux Télécommunications, INRS - Institut Armand-Frappier, Urbanisation Culture Société et Eau Terre Environnement. L'INRS offre à ses étudiants et professeurs chercheurs un milieu de recherche innovant et centré sur les besoins de la société.

Le Centre Eau Terre Environnement est engagé activement dans le développement durable du Québec, particulièrement dans le domaine des sciences de l'eau, des géoressources et de l'environnement. Grâce à sa multidisciplinarité et à l'expérience acquise tant en laboratoire que sur le terrain, les recherches au Centre abordent des problématiques aussi complexes



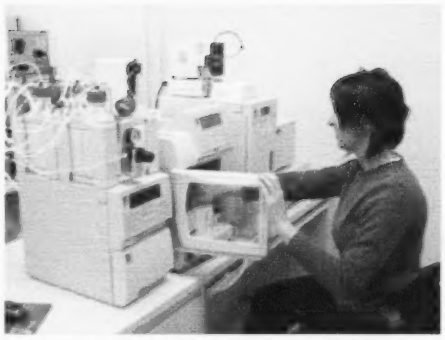
que le réchauffement climatique et les risques environnementaux reliés à la pollution. En plus d'apporter une contribution importante à la gestion intégrée des ressources et à l'aménagement du territoire, le Centre œuvre à la restauration des milieux urbains et naturels à l'aide, entre autres, du développement de nouvelles technologies environnementales. Basé au centre-ville de Québec, sur le campus urbain de l'Université du Québec, le Centre possède aussi des laboratoires au Parc technologique du Québec métropolitain et une station de recherche en milieu naturel à Sacré-Cœur, non loin de l'embouchure du Saguenay.

Le réseau



Une vision globale pour un développement environnemental durable

Dans le cadre de la mission de recherche, de formation et de transfert de connaissances et de savoir-faire de l'Institut national de la recherche scientifique, le Centre Eau Terre Environnement concentre ses activités sur les ressources hydriques et terrestres dans une perspective intégrée de gestion, de conservation et de développement durable. Il partage les préoccupations des gouvernements du monde concernant les grandes problématiques de ce siècle, notamment l'utilisation acceptable et sécuritaire des ressources terrestres et aquatiques, le respect des écosystèmes naturels et la prévention des risques environnementaux. Le Centre est résolument engagé dans la recherche de solutions concrètes, particulièrement des processus naturels de remédiation et de nouvelles technologies environnementales. La vision du Centre s'appuie sur une identité environnementale forte et une approche scientifique rigoureuse et novatrice. Œuvrant en recherche de pointe, le Centre se situe au cœur des développements scientifiques et technologiques visant à favoriser l'implantation de bonnes pratiques dans la protection et la mise en valeur des ressources naturelles.



Jean-Daniel Bourgault

Monique Bernier

Le mot du directeur

Fidèle à ce qui est devenu une tradition, par l'assiduité de l'équipe dirigeante, c'est avec plaisir que nous présentons le 19e rapport annuel du Centre Eau Terre Environnement de l'Institut national de la recherche scientifique pour l'année 2007-2008. La mission du Centre est la recherche fondamentale et appliquée et la formation d'une main-d'œuvre hautement spécialisée. Elle est orientée vers le développement durable des ressources naturelles du Québec dans les domaines des sciences de l'eau, de la terre et de l'environnement. La diffusion des connaissances et le transfert technologique font aussi partie intégrante de la mission du Centre. Ce rapport annuel résume les faits saillants de l'année, tout en donnant un aperçu des orientations et des activités du Centre.

Le programme scientifique du Centre Eau Terre Environnement comporte quatre grands domaines de recherche, soit l'hydrologie, l'assainissement environnemental et la valorisation des résidus, la biogéochimie aquatique et terrestre, et les géosciences. Dans chacun de ces domaines, les principaux projets réalisés en 2007-2008 sont décrits brièvement.

En 2007-2008, l'Année polaire internationale (API) a donné le ton à un nombre croissant d'activités, permettant de positionner le Centre au sein de la communauté scientifique nationale et internationale. Des chercheurs du Centre sont engagés dans sept projets de recherche d'envergure réalisés dans le cadre de l'API. Une nouvelle initiative internationale a aussi vu le jour en 2008, le projet PASADO (*Potrok Aike Maar Lake Sediment Archives Drilling Project*), dont la contribution canadienne est dirigée par un chercheur du Centre, Pierre Francus. Nous présentons d'ailleurs dans ce rapport une carte intitulée « Un coup d'œil sur le Centre à l'international » qui donne un aperçu du rayonnement du Centre dans le monde par ses collaborations, son accueil d'étudiants internationaux et la diversité de ses lieux de recherche. Par exemple, plus de 25 professeurs et chercheurs invités d'un grand nombre de pays ont été reçus au Centre cette année.

Quelques faits saillants

En juin 2007, le programme de recherche du Centre s'est enrichi de nouvelles spécialités grâce à l'arrivée de six professeurs-chercheurs, deux en hydrologie, Karem Chokmani (télédétection) et Sophie Duchesne (hydrologie urbaine), deux en assainissement, Satinder Kaur Brar (détoxication biologique) et Patrick Drogui (électrochimie), et deux en géosciences, Erwan Gloagen (hydrogéophysique) et Pierre-Simon Ross (volcanologie et géologie économique).

En octobre 2007, un projet majeur de construction a été complété. Il s'agit d'un nouveau pavillon abritant les laboratoires lourds du Centre qui est situé dans

le Parc technologique du Québec métropolitain. On y retrouve des équipements scientifiques de pointe qui permettront d'effectuer, entre autres, une mise à l'échelle des technologies développées à l'INRS.

En novembre 2007, un événement marquant de la vie au Centre a été celui du soulignement de la fin du mandat de M. Jean-Pierre Villeneuve comme directeur. Ce fut non seulement l'occasion de célébrer son œuvre, mais aussi de porter au grand jour la force des liens des équipes mises en place au cours des années. Cette fête a été mobilisatrice. Elle a été à l'image des réalisations de M. Villeneuve à l'INRS.

En décembre 2007, le Centre a acquis une station de recherche à Sacré Cœur près de l'embouchure du Saguenay, non loin de Tadoussac. Cette station servira de pied-à-terre pour réaliser des recherches sur les rivières boréales, mais elle sera aussi un lieu de formation.

En avril 2008, le Centre a consolidé sa collaboration avec le Maroc en contribuant à créer l'Institut supérieur des hautes études en développement durable (ISHEDD) qui rallie des partenaires nord-africains et européens dans des programmes de formation en sciences de l'eau.

En mai 2008, l'INRS a été l'hôte du 76e congrès de l'Association francophone pour le savoir (ACFAS), sous le thème *La rencontre du savoir avec 400 ans d'histoire* dans le cadre du 400e anniversaire de la Ville de Québec. Le plus grand événement scientifique annuel du Québec a été couronné de succès avec plus de 4 400 participants. Ce congrès a été organisé sous la présidence du professeur Jean-Pierre Villeneuve.

D'autres événements de 2008 peuvent être soulignés, dont la 9e édition de la Journée des Sciences de la Terre et de l'Environnement, tenue au Centre en mars, et qui a aussi connu un vif succès de participation. Enfin, nous ne pouvons passer sous silence le 20e anniversaire de la Revue des Sciences de l'eau coéditée au Centre.

Le présent rapport se veut donc un reflet des principales activités et réalisations du Centre Eau Terre Environnement pour l'année 2007-2008. Un bilan aussi impressionnant ne peut être le résultat que du travail passionné de tous les acteurs du Centre, les quelques 40 professeurs-chercheurs, plus de 200 étudiants gradués et stagiaires postdoctoraux et l'ensemble du personnel de soutien, chacun apportant sa contribution à la réussite de notre établissement.

J'adresse de sincères remerciements à toutes les personnes qui ont contribué à alimenter ce rapport par leurs activités.

Le directeur,

Yves Bégin

La recherche multidisciplinaire

Le Centre Eau Terre Environnement de l'Institut national de la recherche scientifique compte parmi les chefs de file en matière de recherche en environnement. Les technologies environnementales qu'on y développe, les méthodes d'avant-garde de détection des changements environnementaux dans les écosystèmes, les approches novatrices de gestion intégrée des ressources, ainsi que les outils de modélisation des processus naturels et environnementaux qui les sous tendent sont autant de secteurs de recherche qui ont fait de ce Centre un haut lieu du savoir multidisciplinaire en environnement. Les équipes du Centre Eau Terre Environnement travaillent dans les domaines de l'eau et des géoressources, pour en permettre une exploitation éclairée et durable.

Le programme scientifique du Centre est composé de quatre domaines de recherche principaux, soit l'hydrologie, l'assainissement environnemental et la valorisation des résidus, la biogéochimie aquatique et terrestre et les géosciences. Ces domaines recoupent évidemment de nombreux axes stratégiques communs, tels que les problématiques de risques liés aux événements naturels extrêmes ou à la contamination d'origine humaine, l'impact des changements climatiques sur les ressources et sur leur utilisation, ainsi que les nécessaires adaptations, la gestion des ressources hydriques et minérales et l'aménagement du territoire qui en découle et, enfin, les technologies de restauration et de décontamination des milieux urbains et naturels.

La recherche en hydrologie et principaux projets en cours

Au Canada se trouvent environ 6 % des ressources planétaires en eau douce, dont près de 2 % au Québec seulement. La gestion, la décontamination et la préservation de cette ressource vitale sont donc des sujets de recherche prioritaires de l'INRS. Il s'agit de travaux en hydrologie, en hydrogéologie, en biogéochimie, en qualité de l'eau, et sur les technologies environnementales. Ainsi, au Canada, c'est au Centre Eau Terre Environnement qu'on retrouve la plus forte concentration universitaire d'experts scientifiques dans le domaine de l'eau.

Les recherches en hydrologie portent spécifiquement sur la statistique prévisionnelle (prévision des crues et des embâcles, impact des changements climatiques sur l'occurrence d'événements hydrologiques extrêmes, aide à la conception d'ouvrages, etc.), l'hydrologie des bassins versants (outils de gestion intégrée pour la qualité de l'eau et les usages durables), l'hydrologie urbaine (infrastructures, impact des changements climatiques sur l'approvisionnement en eau, contamination par le ruissellement, etc.) et l'hydraulique environnementale (risque d'inondation, impact des changements climatiques en milieu forestier, érosion, etc.). L'océanographie physique nordique est un autre volet des recherches en milieu aquatique. Une équipe se spécialise dans l'étude de la circulation et de l'évolution de la couche de surface et des marées, afin de mieux comprendre les processus physiques et leur impact sur la faune marine et ses habitats.

• Hydrologie statistique

Plusieurs projets de recherche de **Taha B.M.J. Ouarda** traitent des impacts et de l'adaptation aux changements climatiques. Un projet réalisé avec Ouranos (Consortium sur la climatologie régionale et l'adaptation aux changements climatiques) en collaboration avec l'Institut national de santé publique du Québec a exploré les relations entre le climat et la morbidité dans le but de trouver le meilleur modèle statistique explicatif.

Le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec s'intéresse de son côté à l'impact des changements climatiques sur les eaux souterraines. Taha Ouarda a donc été mandaté pour réaliser une étude préliminaire sur le développement d'un réseau de suivi des niveaux d'eau souterraine.

Un autre projet de ce chercheur, financé par Environnement Canada, vise à établir les relations entre les variables climatiques appropriées, leur évolution et les extrêmes hydrologiques (crues, étiages). Les connaissances et les outils obtenus seront utiles au développement de stratégies d'adaptation pour les ressources hydriques au Canada.

Et dans le cadre des travaux du groupe de recherche en hydrologie et sur le climat de la Commission mixte internationale pour la gestion des

Yves Bégin

Grands Lacs, Taha Ouarda s'attarde à identifier les changements qui se sont produits dans les caractéristiques des Grands Lacs et leurs bassins versants (niveaux d'eau, précipitations, débits, évaporation, etc.), à établir des liens avec des variables explicatives, et à étudier les relations entre les niveaux des Grands Lacs et les états des différents indices d'oscillations climatiques de basse fréquence.

Ce chercheur poursuit également le développement du logiciel REGIONS (régionalisation des événements hydrologiques extrêmes) afin d'y intégrer les dernières méthodologies développées par l'équipe de la Chaire en hydrologie statistique. Ce projet est financé par Hydro-Québec qui utilise ce logiciel de façon systématique.

Enfin, Taha Ouarda a été mandaté par la Garde côtière canadienne pour mener une étude visant à réévaluer les normes de dégagement sous quille (DSQ) des navires marchands en vigueur sur la voie navigable du fleuve Saint-Laurent et de proposer une nouvelle méthodologie statistique de modélisation du DSQ qui respecte les règles et qui permet une modélisation rationnelle du risque. Le DSQ intègre différentes composantes dont la plus importante est le squat : l'enfoncement supplémentaire d'un navire causé par son mouvement.

En collaboration avec l'Institut de recherche d'Hydro-Québec, **Anne-Catherine Favre** développe une méthodologie pour l'analyse fréquentielle multivariée afin de déterminer le débit de conception d'un ouvrage hydraulique. L'objectif final est d'appliquer cette méthodologie aux crues maximales annuelles de la rivière Romaine.

Dans un autre projet de recherche, Anne Catherine Favre tente d'intégrer les prévisions météorologiques d'ensemble rendues disponibles par Environnement Canada à la prévision hydrologique à court terme, afin de tenir compte de l'incertitude sur les données météorologiques. La prévision hydrologique à court terme est nécessaire à une gestion efficace des eaux de surface et encore plus dans des situations de crise comme les inondations.

Dans le cadre d'un partenariat international d'envergure (collaboration au projet ENSEMBLES de la communauté européenne : www.ensembles-eu.org), **André Saint-Hilaire** et **Taha B.M.J. Ouarda** travaillent au développement de scénarios de changements climatiques à haute résolution spatiale. Il s'agit d'évaluer quantitativement l'incertitude associée aux différents scénarios générés dans un cadre probabiliste afin d'offrir aux utilisateurs une information supplémentaire sur la vraisemblance des scénarios.

André Saint-Hilaire s'intéresse également aux habitats fluviaux. Il cherche à améliorer les connaissances sur des variables telles que le régime thermique et la concentration de solides en suspension grâce au développement de modèles stochastiques pour leur estimation. Dans le cas de la température de l'eau, il a travaillé sur une modélisation géostatistique multivariée pour cette variable.

Ce chercheur travaille aussi à l'amélioration des mesures visant à minimiser les impacts environnementaux de l'exploitation des tourbières en développant des approches pour réduire la charge sédimentaire émanant de ces exploitations.

Pour en savoir plus

Benyahya, L., D. Caissie, A. St-Hilaire, T. B. M. J. Ouarda, and B. Bobée, 2007. A review of statistical water temperature models. *Can. Water Resour. J. / Rev. Can. Ressour. Hydr.* 32, no. 3: 179-92.

http://pubs.nrc-cnrc.gc.ca/cwrj/cwrj3203179.html

Tramblay, Y., A. St-Hilaire, and T. B. M. J. Ouarda, 2008. Frequency analysis of maximum annual suspended sediment concentrations in North America. *Hydrol. Sci. J.* 53, no. 1: 236-52.

http://dx.doi.org/10.1623/hysj.53.1.236

• Hydrologie des bassins versants

Dans le cadre du réseau GEOIDE (La GEOmatique pour des Interventions et des Décisions Éclairées), **Monique Bernier** dirige le projet FRAZIL (Expertise intégrée dans le cadre du développement d'un système de prévision et de gestion des inondations causées par les embâcles) auquel collabore **Taha B.M.J. Ouarda**. Le but du projet est de développer une solution logicielle cartographique ajustée aux besoins spécifiques de la prévention des inondations causées par l'accumulation de la glace de rivière ainsi que pour la gestion de barrages et le contrôle de la navigation hivernale.

Dans un autre projet, **Monique Bernier** cherche à intégrer les informations dérivées de la polarimétrie radar (ENVISAT, RADARSAT-2) dans les systèmes d'aide à la décision pour le suivi du couvert nival, du gel du sol, et la prévision des inondations et des embâcles.

Dans le cadre de l'Initiative sur les normes agroenvironnementales nationales, **Alain Rousseau** a collaboré au développement d'une approche de modélisation hydrologique pour Environnement Canada qui permet de développer des Normes de Performance agroenvironnementales Atteignables (NPA) pour les pesticides en utilisant les modèles GIBSI (Gestion Intégrée des Bassins versants à l'aide d'un Système Informatisé, développé au Centre) et SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*, développé par l'USDA). NPA est défini comme un niveau de concentration de pesticides qui peut être atteint en mettant en place des mesures de gestion, des pratiques agricoles bénéfiques et des technologies disponibles. Par la suite, le modèle GIBSI a été appliqué sur quatre bassins versants canadiens. Les résultats à long terme contribueront à la compréhension et à la prévention ou à la réduction des menaces pour la santé environnementale et humaine posées par les substances toxiques.

Dans le sous-bassin du Bras d'Henri (BH), des pratiques de gestion bénéfiques (PGB), telles les bandes riveraines, l'application réduite d'herbicides, la gestion des lisiers et la rotation des cultures ont été mises en œuvre. Ce projet réalisé en collaboration avec Agriculture et Agroalimentaire Canada a pour objectifs d'appliquer le système de modélisation GIBSI à la caractérisation de la qualité de l'eau suivant l'implantation des PGB dans le BH et de mettre au point un logiciel prototype fondé sur GIBSI pour examiner les compromis économiques et environnementaux des PGB, tant dans le BH qu'à l'échelle du bassin de la rivière Beaurivage (Chaudière-Appalaches). La modélisation hydrologique est menée par l'équipe d'Alain Rousseau.

La modélisation hydrologique a également été utilisée par l'équipe de ce chercheur afin d'évaluer les modifications du débit des cours d'eau après la récolte selon les stades de développement du couvert végétal et les effets de la récolte sur le bilan des substances chimiques à la Forêt Montmorency.

Finalement, dans un contexte de planification de la production hydroélectrique, Hydro-Québec par le biais d'Ouranos désire poursuivre le développement et l'adaptation au milieu boréal du modèle hydrologique HYDROTEL afin de mieux comprendre et prévoir les comportements hydrologiques historiques et futurs de ses bassins nordiques. Ce projet est réalisé par une équipe du Centre dont fait partie Alain Rousseau.

Pour en savoir plus

Quilbé, R., and A. N. Rousseau. 2007. GIBSI: An integrated modeling system for watershed management - sample applications and current developments. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 11, no 6, 1765-80.

http://www.hydrol-earth-syst-sci.net/11/1765/2007/

Tremblay, Y., A. N. Rousseau, A. P. Plamondon, D. Levesque, and S. Lutes. 2008. Rainfall peak flow response to clearcutting: 50% of three small watersheds in a boreal forest, Montmorency Forest, Quebec. *J. Hydrol.* 352, no. 1-2: 67-76.

http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2007.12.028

Karem Chokmani est un nouveau professeur-chercheur à l'INRS. Ses intérêts de recherche portent sur l'estimation et le suivi des ressources hydriques pour permettre l'application en hydrologie des données de télédétection et des outils géomatiques. Le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec lui a confié le mandat d'explorer la faisabilité de détecter l'écoulement des amas au champ et des enclos d'hiver vers le réseau de drainage de surface, à l'aide de l'imagerie satellitaire à très haute résolution spatiale. L'objectif du ministère est la mise au point d'une méthodologie d'évaluation et de suivi de ces techniques d'entreposage du fumier afin d'évaluer si elles constituent des sources potentielles de contamination des eaux.

Jean-Pierre Villeneuve a poursuivi ses travaux sur les modèles mathématiques appliqués et la gestion optimale de la ressource en eau d'un bassin avec pour objectif le développement d'outils et d'approches permettant une utilisation optimale de la ressource tout en assurant sa protection. Ces travaux portent

spécifiquement sur les écoulements, le transport et la qualité des eaux à l'échelle des bassins versants (naturels et urbains).

Un projet à l'international

Pays : **Vietnam**

Langue officielle : **Vietnamien**

Partenaire : Académie des sciences et des technologies du Vietnam (ASTV)

Financement : Agence canadienne de développement international (ACDI)

Jean-Pierre Villeneuve est responsable du projet « Gestion intégrée du bassin de la rivière **Cầu** », un exemple réussi de coopération scientifique à l'international. La collaboration canado-vietnamienne a profité de l'expertise du Centre Eau Terre Environnement de l'INRS dans le domaine de la gestion intégrée de l'eau par bassin versant afin d'améliorer la qualité de l'eau des lacs et des rivières au Vietnam. Le bassin versant de la rivière **Cầu**, fortement pollué, a été choisi pour mettre en place la nouvelle approche. Au terme de la collaboration (2012), des scénarios d'intervention seront proposés pour améliorer la qualité de l'eau tout en assurant le développement économique de la région dans une démarche de développement durable.

Dự án « Quản lý tổng thể lưu vực sông Cầu » do giáo sư Jean-Pierre Villeneuve phụ trách là một ví dụ điển hình của hợp tác quốc tế về khoa học. Sự cộng tác giữa Canada và Việt Nam hướng tới mục đích tận dụng những kinh nghiệm của Trung tâm Đất, Nước và Môi trường- Viện Nghiên cứu khoa học quốc gia Québec trong lĩnh vực quản lý tổng thể nguồn nước của lưu vực sông nhằm nâng cao chất lượng nước sông hồ Việt Nam. Lưu vực sông Cầu ô nhiễm từ nhiều năm được chọn để áp dụng cách tiếp cận mới về quản lý này. Trong giai đoạn hợp tác (2012), dự án sẽ xây dựng nhiều tình huống tác động có thể xảy ra nhằm nâng cao chất lượng nguồn nước trong quá trình phát triển kinh tế vùng phù hợp với những nguyên tắc của phát triển bền vững.

Traduction : Ha Pham Thi Manh

• Hydrologie urbaine

L'hydrologie urbaine n'échappe pas aux préoccupations croissantes concernant l'impact des changements climatiques. L'équipe d'**Alain Mailhot** poursuit plusieurs projets de recherche s'intéressant spécifiquement à cette problématique. Dans le cadre d'un contrat avec l'Institut national de santé publique du Québec, son équipe a ainsi effectué une analyse des projections futures des précipitations et des écoulements pour le sud du Québec afin de déterminer les risques potentiels en matière d'approvisionnement en eau potable.

Les changements climatiques risquent par ailleurs de modifier la fréquence et l'intensité des événements de pluie intense et donc de faire accroître les risques de débordement des réseaux de drainage et d'inondation en milieu urbain. En collaboration avec le consortium Ouranos, l'équipe d'Alain Mailhot a développé une approche afin d'intégrer les changements climatiques à la démarche de conception et de planification des interventions de renouvellement des infrastructures de drainage urbain. Diverses mesures d'adaptation sont aussi envisagées afin de maintenir le niveau de service des infrastructures de drainage dans un contexte de changements climatiques. Un tel projet est en cours avec la Ville de Montréal, il vise à étudier et simuler diverses mesures d'adaptation et à analyser les conditions d'implantation de ces mesures dans un secteur urbain.

Sophie Duchesne est une nouvelle professeure-chercheure à l'INRS. Ses intérêts de recherche portent sur le développement de modèles mathématiques et l'adaptation d'algorithmes existants (simulation des écoulements, de la qualité de l'eau, du comportement des infrastructures), ainsi que l'élaboration de méthodes s'appuyant sur ces modèles en vue d'améliorer la gestion des ressources en eau et des infrastructures d'eau. Elle amorce des travaux de modélisation du vieillissement des conduites d'égout en vue de la planification des interventions de réparation et de remplacement. Elle s'intéresse en particulier à la gestion et à la modélisation des eaux pluviales en milieu urbain.

Pour en savoir plus

Mailhot, A., S. Duchesne, D. Caya, and G. Talbot, 2007, Assessment of future change in intensity-duration-frequency (IDF) curves for southern Quebec using the Canadian regional climate model (CRCM), *J. Hydrol.* 347, no. 1-2: 197-210.

http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2007.09.019

• Hydraulique environnementale

Dans le cadre du réseau GEOIDE, Normand Bergeron participe au projet Geosalar II qui consiste à modéliser les déplacements des saumoneaux de l'Atlantique dans leurs habitats (estuaire et milieu fluvial) afin de comprendre comment les variations temporelles et environnementales influencent leur comportement et la reproduction.

En collaboration avec le ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, Normand Bergeron a effectué une évaluation et un suivi des poissons pour une passe migratoire multi-espèces sur le ruisseau du Feu à Lachenaie dans la région de Montréal. Ce chercheur poursuit également ses travaux visant à améliorer les connaissances sur les formes et les processus fluviaux qui déterminent l'habitat d'hiver des saumons en rivière.

L'expertise d'Yves Secretan en modélisation hydrodynamique et d'habitat en 2D a été mise à profit dans le cadre d'un contrat avec un groupe-conseil en environnement qui utilise le logiciel de simulation MODELEUR/HYDROSIM développé au Centre Eau Terre Environnement.

Un projet à l'international

Pays : **Mexique**

Langue officielle : **Espagnol**

Partenaire : Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV)

Financement : Centre de recherches pour le développement international (CRDI)

Une subvention pour la coopération scientifique entre le Canada, l'Amérique latine et les Antilles a permis la mise en commun des expertises multidisciplinaires du Centre Eau Terre Environnement et de l'Institut polytechnique national du Mexique. L'objectif était de contribuer à la gestion durable des ressources uniques en termes de biodiversité et menacées par l'activité humaine. Cette collaboration favorisera l'établissement des réseaux de contacts entre chercheurs et instituts mexicains et canadiens.

Une subvention pour la collaboration scientifique entre Canada, Amérique latine et les Antilles lui permettra de partager en commun de nos pratiques multidisciplinaires de l'Institut Polytechnique National de Mexico et du Centre Eau Terre Environnement. Il s'agissait de mettre en commun nos informations sur les lagunes côtières de la péninsule du Yucatan qui fut protégée depuis plusieurs années par les chercheurs mexicains à la réception de l'information obtenue par modélisation à l'aide de l'INRS. Yves Secretan a contribué au développement d'outils numériques qui permettent d'analyser la dynamique des courants, de simuler le transport des contaminants et d'évaluer la qualité et la disponibilité des habitats pour des espèces. Les résultats permettront d'orienter les décisions quant à la gestion durable de ces écosystèmes uniques en termes de biodiversité et menacés par l'activité humaine. Cette collaboration favorisera l'établissement des réseaux de contacts entre chercheurs et instituts mexicains et canadiens.

Une subvention pour la collaboration scientifique entre Canada, Amérique latine et les Antilles lui permettra de partager en commun de nos pratiques multidisciplinaires de l'Institut Polytechnique National de Mexico et du Centre Eau Terre Environnement. Il s'agissait de mettre en commun nos informations sur les lagunes côtières de la péninsule du Yucatan qui fut protégée depuis plusieurs années par les chercheurs mexicains à la réception de l'information obtenue par modélisation à l'aide de l'INRS. Yves Secretan a contribué au développement d'outils numériques qui permettent d'analyser la dynamique des courants, de simuler le transport des contaminants et d'évaluer la qualité et la disponibilité des habitats. Les résultats permettront

Cycle à l'échelle la gestion scientifique de ressources et les lagunes côtières en fonction de vulnérabilités à urbanisation par la activité humaine. Cette collaboration favorisera la simulation de flux entre un système entre mexicains et canadiens.

Traduction : Hélène Pauzé-Massy et Valérie Chartier

• Océanographie

Au sein d'une équipe de recherche s'intéressant à la modélisation de la réponse des écosystèmes de l'archipel Arctique canadien aux changements climatiques, **Yves Gratton** étudie les effets de la marée et du vent sur la couche de mélange, les transports d'eau douce, de chaleur, de glace et de nutriments dans cet archipel. Dans le cadre de la phase I des recherches du réseau ArcticNet qui s'est terminée en mars 2008, Yves Gratton a dirigé un projet sur l'étude du couplage physique et biologique entre l'océan, la glace de mer et l'atmosphère dans le Haut-Arctique. Enfin, il poursuit d'autres activités de recherche ayant pour objectif de comprendre les processus physiques d'échelle moyenne et leurs impacts sur la production biologique de l'Arctique canadien.

Pour en savoir plus

Fiscal, A., M. Sampei, R. Makabe, H. Sasaki, D. G. Barber, Y. Gratton, F. Wasmund, and L. Fortier (2008), The annual cycle of particulate organic carbon export in Franklin Bay (Canadian Arctic): Environmental control and food web implications, J. Geophys. Res. 113, C06S91.

http://dx.doi.org/10.1029/2007JC004262

La recherche en assainissement et valorisation et principaux projets en cours

Les recherches en assainissement et valorisation sont orientées vers la technologie et se consacrent aux développements de la minéralurgie environnementale (extraction des métaux présents dans les résidus, les boues et les cendres, restauration de sites contaminés, etc.), la valorisation de la biomasse et des résidus (production de biopesticides, de biocarburants et de biosurfactants à partir de boues d'épuration, du compostage de déchets agroalimentaires, etc.) et l'assainissement urbain et industriel (électrotechnologies pour traiter les effluents, traitement des lisiers et fumiers, etc.). Les procédés élaborés au Centre Eau Terre Environnement font régulièrement l'objet de brevets et de transferts technologiques vers les entreprises.

• Hydrométallurgie et minéralurgie environnementale

Guy Mercier a poursuivi ses activités de recherche sur la mise au point de procédés d'enlèvement des métaux dans les sols contaminés, les cendres volantes et les déchets dangereux. L'approche préconisée vise à diminuer les coûts et à améliorer le bilan environnemental en augmentant le pourcentage de récupération des métaux dans le cycle de production industrielle.

Dans le cadre d'un contrat avec l'Institut de recherche en biotechnologie du CNRC (Centre national de recherches du Canada), **Guy Mercier** et **Jean-François Blais** examinent la combinaison dans un même réacteur de l'extraction des métaux par lixiviation chimique et des HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques) par un nouveau surfactant non toxique et biodégradable. Il s'agit de la suite d'un projet qui avait précédemment démontré le potentiel prometteur de cette nouvelle technologie.

Mario Bergeron et son équipe ont poursuivi le développement d'un nouveau procédé permettant la production de tétrachlorure de silicium, $SiCl_4$. Ce composé chimique est à la base des industries de la fabrication des fibres optiques, il est aussi employé dans la conception des semi-conducteurs et des panneaux solaires. Des travaux sur des technologies de décontamination des sols et des sédiments ont aussi été réalisés par cette équipe.

• Valorisation des biomasses et des résidus

Dans une optique de réduction des gaz à effet de serre et de valorisation des résidus, **Guy Mercier** et **Jean-François Blais** ont reçu le mandat d'explorer le potentiel énergétique de diverses boues et résidus et de déterminer les mélanges optimaux pouvant être utilisés dans des chaudières à biomasse. Il s'agit de documenter les technologies disponibles pour le séchage et d'établir un bilan énergétique des scénarios envisagés en consultation avec les différents fournisseurs de ces boues et résidus.

Guy Mercier et **Jean-François Blais** poursuivent de nombreux projets de recherche en partenariat avec l'industrie et auxquels collabore **Patrick Drogui**. Dans l'un de ces projets, ils développent des solutions technologiques pour le traitement de deux déchets importants de l'industrie de l'aluminium, soit les boues rouges et les déchets d'alumineries, ces derniers contiennent du fluorure et des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). Ces chercheurs travaillent à rendre les déchets acceptables pour l'enfouissement par des procédés de séparation physique et chimique permettant de détruire ou d'extraire les contaminants inorganiques et organiques. Ils explorent également des voies de valorisation du fluor et des résidus traités. Un autre volet des travaux porte sur la mise au point d'un procédé de transformation des boues rouges des alumineries en un coagulant soluble utilisable en traitement des eaux usées.

Pour en savoir plus

Pourn, E., L. F. Blais, and G. Mercier. 2008. Transformation of red mud from aluminium industry into a coagulant for wastewater treatment. *Hydrometallurgy* 92, no. 1-2: 16-25.

http://dx.doi.org/10.1016/j.hydromet.2008.02.004

Dans Boutin

Cette même équipe de chercheurs a aussi obtenu un contrat afin de développer une nouvelle technologie de traitement par biofiltration d'effluents agroalimentaires. Le but est d'évaluer le potentiel de valorisation des boues issues du traitement des effluents et des rejets organiques solides pour la fabrication de composts de haute qualité.

Rajeshwar Dayal Tyagi a poursuivi ses travaux sur la décontamination des boues d'épuration par un procédé biologique et le développement de nouveaux procédés pour la production de produits à haute valeur ajoutée utilisant comme matière première des boues décontaminées ou fraîches. En partenariat avec l'industrie, ce chercheur a entrepris un projet visant à produire un biopesticide à base d'un baculovirus du carpocapse de la pomme (l'insecte le plus menaçant pour les vergers). On vise à produire l'insecticide viral sous forme de poudre mouillable, une forme plus sécuritaire et moins coûteuse que les pesticides liquides pour l'exportation.

La Commission d'épuration des eaux usées du Grand Moncton a mandaté ce chercheur pour qu'il mène une évaluation des gaz à effet de serre produits lors de la disposition et la valorisation des boues d'épuration afin d'intégrer cette composante à leurs stratégies de gestion.

Satinder Kaur Brar est une nouvelle professeure-chercheure à l'INRS. Ses intérêts de recherche portent sur le traitement des eaux usées, la décontamination des sols, les bioprocédés et la valorisation des boues d'épuration et des résidus agricoles en produits à haute valeur ajoutée. Elle mène des travaux sur le devenir des composés organiques toxiques des eaux usées et les possibilités de valorisation et de détoxification des boues d'épuration par la production d'enzymes à base de fermentation solide. Elle collabore avec la Société de protection des forêts contre les insectes et les maladies (SOPFIM), Oligosol, Axter et HET au développement de formulations de produits à valeur ajoutée, comme des micro-encapsulations, microémulsions, granules, poudres, etc.

Pour en savoir plus

Brar, S. K., M. Verma, R. D. Tyagi, J. R. Valero, and R. Y. Surampalli. 2006. Particle size variations during production of wastewater sludge based *Bacillus thuringiensis* biopesticides. *Pract. Period Hazard. Toxicol. Radioact. Waste Manage.* 12, no. 1: 35–38. http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)1090-025X(2008)12:1(30)

Assainissement urbain et industriel

L'équipe de recherche en assainissement et décontamination environnementale du Centre Eau Terre Environnement a développé au fil des ans des procédés chimiques et électrochimiques de stabilisation et de conditionnement (STABIOX et ELEC-STAB) et de décontamination (METIX et ELECDEC) des boues d'épuration. Un des objectifs des activités de recherche de **Jean-François Blais** est maintenant d'améliorer et d'élargir les domaines d'applications de ces deux groupes de technologies.

En ce sens, **Jean-François Blais** collabore avec **Guy Mercier**, **Patrick Drogui**, **Mario Bergeron** et **Rajeshwar Dayal Tyagi** dans le but d'améliorer la performance de ces procédés de traitement des boues d'épuration

en les couplant avec des ultrasons, ce qui permet d'optimiser sensiblement le processus de décontamination. En effet, en plus d'enlever les métaux toxiques, la nouvelle technologie détruit les micro-organismes pathogènes et les odeurs, une avancée importante en vue de la valorisation subséquente des boues décontaminées.

Toujours dans un but d'optimisation des procédés, **Jean-François Blais** mène un projet de partenariat industriel, en collaboration avec **Guy Mercier**, **Patrick Drogui** et **Rajeshwar Dayal Tyagi**, dans lequel divers traitements électrolytiques sont étudiés afin d'améliorer la performance de récupération des métaux et de destruction des contaminants organiques au cours des procédés de décontamination d'effluents et de déchets industriels. On développe en particulier un procédé de décontamination du bois traité à l'arséniate de cuivre chromaté.

Une autre technologie mise au point au Centre est un procédé de traitement du lisier de porc (LISOX) pour concentrer le phosphore dans une fraction solide transportable de façon économique. **Guy Mercier**, **Jean-François Blais** et **Patrick Drogui** travaillent à développer une version améliorée de cette technologie que l'on pourrait éventuellement utiliser dans le secteur bovin. On cherche également à établir un bilan des gaz à effet de serre afin de minimiser leur production au cours du procédé LISCX.

Patrick Drogui est un nouveau professeur-chercheur à l'INRS. Ses intérêts de recherche portent sur la mise au point et le développement de nouvelles technologies (électrotechnologies, procédés d'oxydation avancée, procédés électromembranaires et physico-chimiques) pour l'élimination de polluants émergents réfractaires de types organique, inorganique et microbien. Ces technologies visent à améliorer les systèmes existants de traitement des eaux usées municipales et industrielles ou à remplacer les technologies classiques peu efficaces pour l'enlèvement de divers types de contaminants (perturbateurs endocriniens, composés phénoliques, HAP, dioxines, composés organochlorés, insecticides, hormones et dérivés hormonaux, métabolites de médicament, etc.).

Finalement, **Patrick Drogui**, en collaboration avec **Jean-François Blais**, s'est penché sur la problématique de l'élimination des cyanobactéries et cyanotoxines dans l'eau potable par des essais sur l'efficacité d'unités de traitement de charbon actif (en grain et en poudre). Il s'agissait d'évaluer la performance du procédé pour l'élimination de ces micropolluants toxiques.

Pour en savoir plus

Drogui, P., M. Asselin, S. K. Brar, H. Benmoussa, and J.-F. Blais. 2007. Electrochemical removal of pollutants from agro-industry wastewaters. *Sep. Purif. Technol.* v.1, no.3: 300–10.

http://dx.doi.org/10.1016/j.seppur.2007.10.013

La recherche en biogéochimie aquatique et terrestre et principaux projets en cours

Les recherches en biogéochimie se penchent sur la dispersion des contaminants ainsi que l'assimilation et les effets des métaux traces chez les organismes aquatiques afin de détecter les changements environnementaux dans les écosystèmes lacustres. La géochimie environnementale (identification des sources, cheminement et élimination des contaminants du milieu aquatique par sédimentation, etc.), la limnologie (bioptique, flux de carbone, limnogéologie, etc.) et, enfin, l'écotoxicologie sont les principaux axes de recherche.

• Géochimie environnementale

L'objectif général des recherches de **Charles Gobeil** est d'acquérir des connaissances géochimiques fondamentales servant à l'interprétation des enregistrements sédimentaires des éléments en milieux lacustre et marin. Les questions traitées sont en lien avec l'altération des cycles des éléments due à l'activité humaine, le recyclage biogéochimique à l'interface eau-sédiment, la chronologie du dépôt des contaminants métalliques dans les sédiments, les origines de la contamination de l'environnement et le rôle des sédiments de l'océan Arctique dans les cycles océaniques mondiaux des éléments.

Charles Gobeil et le professeur honoraire **André Tessier** prélèvent et analysent des sédiments et les eaux de leurs interstices dans des lacs isolés du

Québec. Une fois modélisés, les résultats de ces travaux les amènent à dévoiler la chronologie des flux de polluants atmosphériques. Pour déchiffrer sans ambiguïté les enregistrements sédimentaires, ils s'attardent à bien connaître les processus chimiques, physiques et biologiques qui ont lieu, concurremment à la déposition des sédiments. Ces recherches permettent d'évaluer le succès des mesures de réduction des émissions de polluants et de prédire les effets qu'auront éventuellement de nouvelles mesures.

Pour en savoir plus

Chappaz, A., C. Gobeil, and A. Tessier, 2008, Geochemical and anthropogenic enrichments of Mo in sediments from perennially and seasonally anoxic lakes in Eastern Canada: Geochim. Cosmochim. Acta 72, no. 1, 170-184.

http://dx.doi.org/10.1016/j.gca.2007.10.014

Pierre Lafrance a poursuivi ses recherches sur l'influence des processus biophysico chimiques sur le destin et le transport de composés organiques dans le sol et l'eau souterraine aux échelles locales (champs agricoles) et régionales (bassins versants). Elles visent à approfondir la compréhension des contaminations par des sources diffuses et à appliquer les connaissances acquises à la prédiction du transport des composés organiques dans les hydrosystèmes et au traitement des contaminations du sol.

En collaboration avec le ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, **Claude Fortin** et **Alain Rousseau** cherchent à évaluer les répercussions de la récolte forestière sur la composition chimique des lacs alcalins de la réserve faunique des Chics-Chocs en Gaspésie en suivant la physico-chimie de six lacs dont trois ont subi des coupes forestières dans leur bassin versant.

• Limnologie

L'Association pour la protection de l'environnement du lac Saint-Charles et des Marais du Nord (APEL) veut connaître les causes de l'éclosion des fleurs d'eau de cyanobactéries observées au lac et dans cette optique, **Isabelle Laurion** collabore à une étude limnologique du haut bassin de la rivière Saint-Charles. Son équipe travaille à évaluer la performance des fluorimètres *in vivo* pour le suivi des cyanobactéries en milieu naturel lacustre et les facteurs d'interférence. De plus, l'équipe d'Isabelle Laurion s'intéresse aux facteurs qui influencent le recrutement des formes benthiques de cyanobactéries en dormance dans les sédiments.

Isabelle Laurion s'intéresse aussi au rôle des mares thermokarstiques générées par la fonte du pergélisol sur les flux de carbone et les émissions de gaz à effet de serre en milieu nordique. Elle y consacre ses recherches au sein du réseau ArcticNet et dans le cadre d'un projet réalisé en équipe, auquel participe également **Pierre Francus**, dont le but est de développer les connaissances et les outils permettant de suivre l'évolution de l'écosystème de thermokarst sous l'influence des changements climatiques.

Isabelle Laurion

• Écotoxicologie

Peter Campbell a poursuivi ses travaux visant le développement d'un modèle pour prédire la biodisponibilité des métaux traces chez les organismes aquatiques en milieu naturel. Ce modèle tient compte de la spéciation des métaux, des facteurs environnementaux et de la contribution des métaux particulaires à la bioaccumulation.

Plusieurs projets de recherche de **Peter Campbell** sont réalisés en collaboration avec **Claude Fortin**. Dans l'un d'eux, ils travaillent au développement de sondes moléculaires pour l'évaluation quantitative de la biodisponibilité des métaux traces dissous dans les eaux naturelles. Il s'agit d'évaluer la réponse *in situ* des organismes aquatiques afin de valider les modèles développés en laboratoire.

Claude Fortin a poursuivi ses recherches sur la caractérisation de l'exposition et des effets toxicologiques que posent les métaux aux organismes aquatiques en fonction de leur biodisponibilité. Au sein d'un projet réalisé en équipe, Claude Fortin s'est penché sur la capacité des algues à modifier la spéciation des métaux dans leur milieu de culture, et ce, dans un but commun de développer une nouvelle approche permettant d'évaluer la toxicité des métaux chez les algues.

Pour en savoir plus

François, L., C. Fortin, and P. G. C. Campbell. 2007. pH modulates transport rates of manganese and cadmium in the green alga *Chlamydomonas reinhardtii* through non-competitive interactions: implications for an Ag/I BLM. *Aquat. Toxicol.* 84, no. 3: 123-32.

http://dx.doi.org/10.1016/j.aquatox.2007.02.019

Le programme de recherche de **Patrice Couture** examine les mécanismes de toxicité des métaux chez les poissons sauvages. Des effets délétères ont déjà été démontrés chez les perchaudes des lacs contaminés par les opérations minières et les fonderies.

À ce sujet, **Patrice Couture** et **Peter Campbell** travaillent en collaboration avec l'industrie dans le but de développer des outils de génomique fonctionnelle pour mesurer la réponse de la perchaude aux stress causés par la contamination métallique.

Pour en savoir plus

Béland, V., P. Couture, P. G. C. Campbell, and L. Bernatchez. 2008. Evolutionary ecotoxicology of wild yellow perch (*Perca flavescens*) populations chronically exposed to a polymetallic gradient. *Aquat. Toxicol.* 86, no. 1: 75-90.

http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.aquatox.2007.10.003

Un des objectifs principaux des activités de recherche de **Landis Hare** est de développer des modèles construits à partir de faits biologiques et géochimiques qui permettent de prédire l'état de contamination des lacs à partir de plusieurs espèces d'invertébrés aquatiques utilisés alors comme biosentinelles.

Pour en savoir plus

Hare, L., A. Tessier, and M. N. Croteau. 2008. A biomonitor for tracking changes in the bioavailability of waterborne cadmium over space and time. *Hum. Ecol. Risk Assess.* 14, no. 2: 229-42.

http://dx.doi.org/10.1080/10807030801934838

Au sein du groupe sur les écosystèmes aquatiques du réseau stratégique MITHE (*Metals in the Human Environment*), **Landis Hare** dirige un projet auquel collaborent **Peter Campbell**, **Patrice Couture** et **Claude Fortin** sur le transfert des métaux traces le long des chaînes trophiques aquatiques. Des expériences sont menées sur le terrain et en laboratoire afin d'étudier les processus qui régissent le transfert des métaux vers les niveaux trophiques supérieurs.

Dominic Poirton

La recherche en géosciences et principaux projets en cours

La recherche en géosciences comporte plusieurs volets. Dans le cadre d'un partenariat gouvernement fédéral – université, un modèle unique au Canada, le Centre Eau Terre Environnement fait partie du Centre géoscientifique de Québec où des chercheurs de l'INRS et de Ressources naturelles Canada visent collectivement à développer des méthodes efficaces d'analyse des environnements géologiques sédimentaires et des ressources naturelles qui y sont associées (hydrocarbures et minéraux). Les activités en géosciences de l'environnement portent sur l'étude des processus géologiques actuels et leurs impacts sur l'environnement ainsi que sur la reconstruction des environnements du passé à l'aide d'indicateurs biologiques. Évidemment, l'impact des changements climatiques est au cœur des recherches en géologie environnementale. L'hydrogéologie occupe également une place importante. Par exemple, en collaboration avec le ministère de la Défense nationale, des chercheurs du Centre se penchent depuis plusieurs années sur la contamination des eaux souterraines des aires de tir des bases militaires. Enfin, la géophysique possède aussi des applications en archéologie.

• Environnements géologiques et ressources naturelles

Dans le cadre d'un contrat de recherche de Richmond Minerals, **Lyal Harris** s'intéresse à la prospection minière dans la partie sud-ouest de la province de Grenville. Les travaux veulent tester la présence d'un système hydrothermal de type cuivre-or-oxydes de fer dans le complexe gneissique de Bondy, dans la région de Mont-Laurier.

Lyal Harris poursuit également ses activités de recherche sur les structures géologiques dans les régimes tectoniques extensionnels et les bassins sédimentaires à marge irrégulière en utilisant des techniques de modélisation numérique et physique (au moyen d'un simulateur en modèle réduit sur sable et pâte à modeler), et des études sur le terrain.

Pour en savoir plus

Konstantinovskaya, E., L. Harris, J. Poulin, and G. Ivanov. 2007. Transfer zones and fault reactivation in inverted rift basins: Insights from physical modelling. *Tectonophysics* 441, no. 1-4: 1-26.

http://dx.doi.org/10.1016/j.tecto.2007.06.002

Les travaux sur la tectonique des fronts orogéniques de **Michel Malo** se sont poursuivis dans les Appalaches. Ils visent à analyser les mécanismes de déformation de la croûte dans les fronts orogéniques pour comprendre leur influence sur le développement de la porosité et de la perméabilité des roches qui pourraient contenir des réservoirs d'hydrocarbures ou des gisements métallifères.

Sous l'égide du réseau DIVEX (Diversification de l'exploration minérale au Québec), Michel Malo documente les paramètres géologiques et métallogéniques du gîte aurifère Roberto, sur la propriété Éléonore de Goldcorp, à la baie James.

En collaboration avec la Commission géologique du Canada, ce chercheur poursuit ses recherches sur le contexte tectonostratigraphique et structural des Appalaches dans le Bas-du-Fleuve. L'acquisition de données de terrain, ainsi que la compilation des travaux récents et l'évaluation des profils sismiques publics serviront de support aux données de maturation et d'évaluation des roches mères. Le but est de compléter la couverture entre la ville de Québec et la limite est de la Gaspésie et de définir des secteurs d'intérêt pour les hydrocarbures.

Pour en savoir plus

Dostal, J., G. Beaudoin, M. Malo, M. Constantin, and P. Pinet. 2008. Geochemistry of Sainte-Marguerite volcanic rocks: implications for the evolution of Silurian-Devonian volcanism in the Gaspé Peninsula. *Can. J. Earth Sci./Rev. Can. Sci. Terre* 45, no. 1: 15-29.

http://dx.doi.org/10.1139/E07-012

Marc Richer-LaFlèche mène plusieurs activités de recherche financées par les Mines JAG ltée. Dans le cadre de travaux d'analyses géochimique et géophysique des formations sédimentaires ordoviciennes du bassin du lac Saint-Jean, une étude lithogéochimique détaillée des roches calcaires et des shales bitumineux a été réalisée ainsi que des levés géophysiques. Ce chercheur a également poursuivi l'étude géochimique détaillée des hydrocarbures, des métaux traces et de la radioactivité naturelle dans les sols forestiers du Témiscouata. Dans ces deux secteurs d'étude, les données obtenues serviront à vérifier le potentiel des bassins pour les hydrocarbures. Enfin, dans le cadre d'un nouveau projet, Marc Richer-LaFlèche a examiné les roches ordoviciennes de la région de Baie-Saint-Paul et de La Malbaie dans Charlevoix. Une étude géochimique a permis d'évaluer les caractéristiques lithologiques et pétroligènes de ce secteur et d'en évaluer le potentiel gazier et pétrolier.

Pierre-Simon Ross est un nouveau professeur-chercheur à l'INRS. Ses intérêts de recherche portent sur les gîtes minéraux associés à l'activité volcanique ou magmatique comme les sulfures massifs volcanogènes, les porphyres, ou les kimberlites et à leur environnement géologique. Dans le cadre d'une étude multidisciplinaire sur le groupe de Blake River en Abitibi, il étudie les unités volcanoclastiques mafiques à intermédiaires afin de mieux comprendre l'architecture volcanique et faciliter la recherche de sulfures massifs volcanogènes. On retrouve ces gisements en grand nombre dans le groupe de Blake River et l'exploration minière y est très active.

• Géologie environnementale

Bernard Long a collaboré avec le groupe-conseil Roche à une analyse sismostratigraphique réalisée à partir de levés de sismique réflexion très haute fréquence, dans le cadre d'un projet d'expansion du port de Cotonou, au Bénin. Cette étude visait à déterminer avec précision la superposition des différents faciès sédimentaires (chenaux, bras abandonnés, zones de progradation) sur la passe actuelle et différentes passes fossiles de l'entrée de la lagune. Parallèlement, au Québec, ce chercheur tentait de déterminer la position du toit du substratum rocheux ou de ceux des différentes séquences stratigraphiques plus anciennes afin de cartographier les sédiments compacts en place et les sédiments en cours de remaniement dans un secteur où doivent être érigées de nouvelles implantations portuaires.

Pierre-Simon Ross

Dans le cadre du réseau GEOIDE, Bernard Long dirige le projet FUDOTERAM (Projet intégré en géomatique relatif à la zone côtière : Fusion de données terrestres, aéroportées et marines) en coopération avec l'Université du Nouveau-Brunswick à Fredericton et l'Université de York. Le résultat escompté du projet est le développement d'un outil fiable, capable d'estimer et de quantifier l'érosion côtière et de cartographier la sédimentologie et la biologie de la zone d'avant-côte. Et au sein du laboratoire de scanographie, l'équipe de ce chercheur travaille sur la détermination du transport sédimentaire sous courant stationnaire et par mouvement gravitaire.

Le professeur honoraire **Michel Leclerc** a reçu un mandat du ministère de la Sécurité publique du Québec afin de développer un modèle d'analyse pour les solutions de remédiation à l'érosion côtière. Ce modèle campé sur un horizon de trente ans s'inspire de diverses approches économiques telles que l'analyse coûts/avantages en valeur actualisée ou l'analyse multicritères. Il tient compte de diverses hypothèses relatives à l'érosion, à la vulnérabilité ainsi qu'aux changements climatiques.

Ce chercheur a déjà effectué ce type d'analyse pour la Municipalité de Pointe-aux-Outardes (Manicouagan) en étroite collaboration avec la firme Aquapraxis (volet génie côtier et modélisation numérique de la marée et des vagues) et Ouranos (volet changements climatiques). L'objectif était d'obtenir un bilan comparatif des divers scénarios de réduction du risque d'érosion dans cette municipalité. Privilégiant les solutions respectant l'équilibre morphosédimentaire du milieu côtier, les options n'excluent pas non plus les mesures de retrait. L'approche préconisée accorde une grande place à la concertation, à la gestion participative ainsi qu'à l'implication du milieu. Plus de 100 municipalités de la Côte Nord et de la Gaspésie subissent ce genre d'aléas.

• Étude des paléoenvironnements

Les paléoenvironnements peuvent être étudiés à partir de sédiments annuellement laminés (varves). Il s'agit d'une spécialité de **Pierre Francus** dont le programme de recherche propose l'étude intégrée des processus sédimentaires et limnologiques actuels de lacs du Grand Nord canadien. L'analyse de longues séquences sédimentaires laminées permet d'obtenir des reconstructions paléoenvironnementales quantifiées.

Pour en savoir plus

Besonen, M. R., W. Patridge, R. S. Bradley, P. Francus, J. S. Stoner, and M. Abbott. 2008. A record of climate over the last millennium based on varved lake sediments from the Canadian High Arctic. *The Holocene* 18, no. 1: 169-80.

http://dx.doi.org/10.1177/0959683607085607

Yves Bégin a poursuivi ses travaux qui visent une reconstitution des changements hydrographiques et hydrologiques séculaires au Québec subarctique. La dendrochronologie est mise à profit dans un projet amorcé depuis plusieurs années en collaboration avec Hydro-Québec et le consortium Ouranos et qui s'intègre maintenant à la phase II des activités de recherche du réseau ArcticNet. Yves Bégin collabore avec des chercheurs associés de la Commission géologique du Canada et d'autres chercheurs du réseau de l'Université du Québec dans ce projet. L'objectif est de reconstituer la variabilité naturelle à long terme des paramètres hydroclimatiques en jeu dans la modélisation des apports en eau dans les bassins d'intérêt pour la production hydroélectrique grâce à un réseau dense de stations dendrochronologiques et aussi, pour reculer plus loin dans le passé, à l'aide de matériel ligneux subfossile. Ces travaux sont réalisés au sein du regroupement stratégique interinstitutionnel du Centre d'études nordiques.

Pour en savoir plus

Kropelin, S., D. Verschuren, A. W. Lézine, H. Eggermont, C. Cocquyt, P. Francus, J. P. Cazet, M. Fagot, B. Rumes, J. M. Russell, F. Darius, D. Conley, M. Schuster, H. Von Suchodoletz, and D. Engstrom. 2008. Climate-driven ecosystem succession in the Sahara: the last 6000 years. *Science* 320, no. 5877: 765-68.

http://dx.doi.org/10.1126/science.1154913

Un projet à l'international

Pays : **Tchad**

Langues officielles : **Français** et **Arabe**

Partenaires : Géologues de l'Université de Cologne (Allemagne), paléolimnologues de l'Université de Gand (Belgique), consortium d'experts d'Allemagne, de France, du Suède, des États-Unis et du Canada

Financement : *Deutsche Forschungsgemeinschaft* (DFG) et Fonds pour la recherche scientifique de Flandre

Au sein d'un consortium d'experts internationaux, **Pierre Francus** a contribué à une analyse multidisciplinaire d'indicateurs paléoenvironnementaux à partir de carottes de sédiments extraites du lac Yoa, dans le nord du Tchad. Le lac Yoa, dont les sédiments sont finement laminés, est un des rares lacs du Sahara qui a été protégé contre l'assèchement par un flux continu d'eaux souterraines. Une analyse par microfluorescence X, menée dans les laboratoires de Pierre Francus à l'INRS, a permis d'établir comment les sédiments se sont déposés et de dénombrer chacune des 6 000 laminations annuelles grâce au scanneur ITRAX du laboratoire GIRAS. Les conclusions de l'étude internationale démontrent que l'assèchement du Sahara fut un processus graduel entre 5 800 et 2 700 ans avant aujourd'hui, en réponse à la baisse progressive des pluies de mousson tropicale. Cette nouvelle reconstruction de l'environnement du Sahara contraste fortement avec l'hypothèse généralement admise que le « Sahara vert » de type savane tropicale herbeuse qui existait entre 10 000 et ~ 6 000 ans avant aujourd'hui avait disparu abruptement.

في مجمّع الخبراء الدوليين توصل السيد بيار فرانكيس إلى تحليـــل متعدد الإختصاصات للمؤشرات الموجودة بيئة البحيرات من خلال عينات أخذت من رواسب إستخرجت من بحيرة (يوا) بشمال التشاد .
إن بحيرة (يوا) توجد بها رواسب رقيقة الصفحات ، وهي واحدة من البحيرات النادرة التي تمت حمايتها من الجفاف بواسطة مجرى متواصل للمياه الجوفية .
التحليل المجهري الذي أجري بمختبرات بيارفرانكيس بواسطة (الفليورسونس أيكس) بالمعهد الوطني للأبحاث العلمية توصل إلى كيفية تواجد الترسبات وإحتواء كل ترسب على 6.000 صفيحة سنويا من خلال السكانار إيتراكس (ITRAX) لمخبر (GIRAS) .
إن نتائج الدراسة الدولية تبين أن جفاف الصحراء هو ظاهرة تكونت تدريجـــيا بين 5.600 و 2.700 عام قبل اليوم و ذلك نتيجة الانخفاض التدريجي في الأمطار الموسمية الاستوائية .
هذه التهيئة الجديدة للبيئة بالصحراء تتماشى مع النظرية المتعارف عليها بأن (الصحراء خضراء) وهي من نوع أعشاب السفانا الاستوائيـة التي وجدت بيـن 10.000 و 6.000 عام قبل اليوم قد وصلت إلى نهاية فجئية .

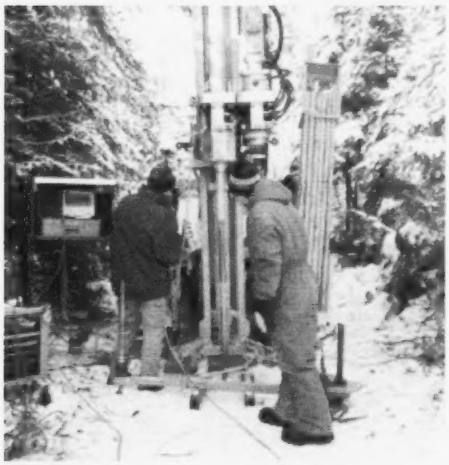
Traduction : Fimeh Dagnini

Au sein du consortium Ouranos, l'équipe d'**Alain Rousseau** collabore à une nouvelle étude sur l'impact des changements climatiques et des activités anthropiques sur les niveaux d'eau souterraine et la recharge des aquifères au Canada. Cette étude utilise des séries historiques de débits de base et d'hydrogrammes de puits pour estimer des tendances temporelles. Ces estimations de tendance seront combinées avec des modèles hydrogéologiques, climatiques et hydrologiques existants pour simuler des scénarios de recharge des aquifères dans différentes régions du pays et sous différentes conditions climatiques.

Claudio Paniconi a travaillé à la modélisation des interactions entre les eaux de surface et les eaux souterraines à l'échelle du sous-bassin et du bassin versant de la rivière Châteauguay dans le cadre de la deuxième phase d'un projet du consortium Ouranos. Le but est d'améliorer les modèles hydrologiques mécanistes afin de les rendre sensibles aux interactions avec les eaux souterraines et de développer de nouvelles technologies de calage et d'assimilation des données. En parallèle, Claudio Paniconi a poursuivi ses recherches sur les problématiques reliées à l'utilisation de modèles numériques basés sur l'équation de Richards dans les analyses hydrologiques.

Claudio Paniconi a également collaboré avec **Richard Martel** et **René Lefebvre** à des essais en bac et en colonnes, dans le but d'analyser la conception, la mise en œuvre et l'exploitation d'un système de captage sous-fluvial par puits horizontaux.

La Régie intermunicipale de gestion des déchets des Chutes-de-la-Chaudière a confié à **René Lefebvre** le mandat de caractériser le contexte hydrogéologique



René Lefebvre

de l'ancien site d'enfouissement de Saint-Lambert-de-Lauzon maintenant recouvert et dont l'émission de lixiviat est gérée par atténuation naturelle. Ce projet doit guider la Régie dans ses actions futures de gestion environnementale pour ce site. Des travaux réalisés en appui à ces activités concernent le développement de capacités à caractériser et à représenter spatialement l'hétérogénéité des systèmes aquifères complexes. Pour ce faire, des approches novatrices de caractérisation hydrogéologique détaillée sont employées, notamment des sondages par enfoncement et des levés géophysiques. On vise une meilleure compréhension de l'écoulement et du transport de contaminants dans les aquifères.

René Lefebvre a également effectué une modélisation numérique de l'écoulement des gaz dans la halde à stériles de la Mine Sullivan, Colombie-Britannique, propriété de Teck Cominco. Cette modélisation a permis d'expliquer les mécanismes de l'apport de gaz pauvre en oxygène dans un poste d'échantillonnage qui avait causé quatre décès en mai 2006. Ces résultats permettent de mieux saisir l'interaction entre les conditions atmosphériques et le transport des gaz dans les haldes, guidant ainsi l'établissement de nouvelles mesures de sécurité aux abords de celles-ci.

Enfin, ce chercheur offre un support scientifique et technique en lien avec la problématique de la contamination au TCE (trichloréthylène) dans le secteur de Valcartier.

Pour en savoir plus

Ouellon, T., R. Lefebvre, D. Marcotte, A. Boutin, V. Blais and M. Parent. 2008. Hydraulic conductivity heterogeneity of a local deltaic aquifer system from the kriged 3D distribution of hydrofacies from borehole logs, Valcartier, Canada. *J. Hydrol.* 351, no. 1-2: 71-86.

http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2007.11.040

À la suite d'ententes avec la Défense nationale, **Richard Martel** a analysé le devenir de divers métaux et contaminants énergétiques, dont plusieurs propres aux installations militaires, dans les eaux souterraines. Des sites ontariens et albertains, ainsi que la base de Valcartier, ont servi de sites d'étude pour ce projet.

Dans le cadre d'un partenariat industriel, ce chercheur travaille également au développement d'une technologie de restauration *in situ* d'aquifères contaminés par des hydrocarbures pétroliers qui combine le lavage

de sol au *bioslurping* et à l'oxydation chimique suivis d'une biodégradation, et ce, afin de rencontrer les normes réglementaires.

Pour en savoir plus

Bordeleau, G., R. Martel, S. Ampleman, and S. Thiboutot. 2008. Environmental impacts of training activities at an air weapons range. *J. Environ. Qual.* 37, no. 2: 308-17.

http://dx.doi.org/10.2134/jeq2007.0197

Un projet à l'international

Pays : **Ghana**

Langue officielle : **Anglais**

Partenaires : *Water Resources Commission of Ghana*, *Water Research Institute of Ghana* et des intervenants communautaires

Financement : Agence canadienne de développement international (ACDI)

Au sein d'un consortium formé par SNC-Lavalin inc. et l'INRS, **René Lefebvre** collabore à un projet dont le but est de faire une synthèse décrivant les ressources en eaux souterraines des régions semi-arides du nord du Ghana et de contribuer au développement des capacités nécessaires à la gestion de ces ressources. Dans ces régions, l'eau souterraine représente la principale source d'eau potable de qualité pour une population qui dépend en grande partie de l'agriculture. Les travaux déjà réalisés ont permis d'assembler les informations disponibles dans une base de données, de préciser les contextes hydrogéologiques du nord du Ghana et d'évaluer la probabilité de forer des puits productifs dans différentes régions. Des travaux ont aussi porté sur l'évaluation de la recharge des nappes. Ils ont montré une capacité d'approvisionnement qui dépasse largement le présent niveau d'utilisation de l'eau souterraine.

Within a consortium formed by SNC-Lavalin and INRS, René Lefebvre collaborates on a project to describe the groundwater resources of the semi-arid regions of northern Ghana and to contribute to the development of the capacities necessary to manage these resources. In those regions, groundwater represents the principal source of quality drinking water for a population which mainly depends on agriculture. The work done up to now has enabled the grouping of all available information in a database, specification of the hydrogeological contexts of northern Ghana, and evaluation of the probability of drilling productive wells in different regions. Some of the work has also focused on evaluating the recharge capacity of the aquifers. The water supply capacity was revealed to exceed the present level of groundwater use.

Erwan Gloaguen est un nouveau professeur-chercheur à l'INRS. Ses intérêts de recherche portent sur l'intégration des méthodes géophysiques par des approches géostatistiques. Dans un de ses projets, réalisé en collaboration avec **René Lefebvre**, il s'intéresse à l'estimation des propriétés hydrogéologiques dans le cadre d'applications environnementales ou géotechniques peu profondes. L'objectif est de mieux représenter l'hétérogénéité des aquifères et de développer des approches d'intégration géostatistique de données hydrogéologiques et géophysiques pour représenter la distribution 3D de la conductivité hydraulique dans les dépôts quaternaires.

Un des projets d'**Erwan Gloaguen**, financé par la compagnie Vale Inco, vise à améliorer les modèles géologiques 3D des teneurs en minerai. D'autres projets de ce chercheur portent sur le développement de nouvelles méthodes de simulations géostatistiques basées sur l'analyse multivariable des coefficients d'ondelettes provenant de modèles analogues et sur le *downscaling* et la fusion de données macro et micro-CT pour la reconstruction bidimensionnelle et multiéchelle de la structure de l'os.

• Géophysique appliquée à l'archéologie

Marc Richer-LaFlèche a poursuivi ses travaux d'archéométrie dans le cadre de plusieurs projets. Par exemple, des méthodes d'induction électromagnétique et de géoradar de très haute résolution ont été utilisées pour localiser des vestiges archéologiques sur le site de la maison des Jésuites (XVII[e] siècle) à Sillery et sur trois sites ayant pu être occupés dès le XVI[e] siècle dans le secteur de Cap-Rouge. Un autre volet de recherche consistait à mettre au point une méthode d'analyse des archéomatériaux par ablation laser afin d'étudier les céramiques de toute provenance. Découlant de ce projet, une base de données spectrales des céramiques communes et fines retrouvées en abondance dans les contextes archéologiques des quatre derniers siècles dans la vallée du Saint-Laurent a été mise sur pied. Au moyen d'un spectrophotomètre, il est possible de caractériser les productions de céramiques et d'identifier dans certains cas les phases minérales présentes dans la pâte. Cette technique a été utilisée pour diverses collections québécoises. Un autre projet a porté sur l'étude archéométrique et géochimique des collections de l'Îlot des Palais, dans le Vieux-Québec.

La collaboration scientifique

Le Centre géoscientifique de Québec (CGQ)

www.cgq-qgc.ca

Dans le cadre du CGQ, l'INRS (Centre Eau Terre Environnement) et la Commission géologique du Canada (CGC), une division de Ressources naturelles Canada, sont partenaires d'une entente de collaboration scientifique. Par cette entente, l'INRS et la CGC entendent favoriser la collaboration de chercheurs dans les domaines de la géologie régionale, des géoressources et des géosciences de l'environnement. La collaboration de recherche INRS-CGC contribue à développer l'expertise nécessaire pour répondre aux enjeux socio-économiques reliés aux eaux souterraines, aux minéraux, aux combustibles fossiles, aux risques naturels et aux changements climatiques.

Les chaires de recherche

• Chaire industrielle en hydrologie statistique Hydro-Québec / CRSNG

www.ete.inrs.ca/activites/groupes/chaire_hydrol/

Titulaires (Phase III : 2004-2009) : Taha B.M.J. Ouarda (75 %) et Anne-Catherine Favre (25 %)

Collaborateurs : André Saint-Hilaire et Bernard Bobée

Le programme de la phase III comprend quatre axes de recherche. Deux de ceux-ci (Développement d'outils d'aide à la conception des ouvrages et Analyse et modélisation des séries chronologiques) sont en continuité avec les travaux réalisés dans les phases précédentes. Alors que les deux nouveaux axes (Hydrologie statistique environnementale et en milieu nordique) répondent aux priorités du partenaire industriel, et ce, dans de nouvelles directions dans lesquelles encore peu de travaux ont été effectués.

• Chaire de recherche du Canada en décontamination environnementale

Titulaire : Jean-François Blais

Le but recherché est la mise au point de procédés innovateurs et efficaces pour décontaminer certains types d'environnements, de rejets industriels et urbains, notamment les boues générées lors du traitement des eaux usées, les cendres volantes issues de l'incinération de déchets, les résidus de l'exploitation minière et les sols pollués par les métaux toxiques. On tente également de trouver des façons de valoriser les résidus, en tant que fertilisants par exemple.

• Chaire de recherche du Canada en écotoxicologie des métaux

Titulaire : Peter Campbell

Les méthodes d'évaluation du risque écologique actuellement utilisées ne conviennent pas pour évaluer l'impact des métaux dans la nature puisqu'elles ont été développées en fonction des micropolluants organiques (BPC, DDT, etc.). Ainsi, on veut proposer de nouvelles méthodes d'évaluation qui tiendront compte des propriétés particulières des métaux. Les objectifs à court terme sont de mieux connaître les effets des métaux sur les organismes aquatiques et de mettre au point des outils écotoxicologiques de diagnostic. À plus long terme, les outils mis au point permettront la définition de normes de rejet pour les métaux plus respectueuses de l'environnement.

• Chaire de recherche du Canada en estimation des variables hydrologiques

Titulaire : Taha B.M.J. Ouarda

L'objectif principal est d'étudier les variations du débit des cours d'eau à l'aide de données hydrologiques et de modèles statistiques. L'estimation des variables hydrologiques s'effectue aux échelles locale (pour un cours d'eau en particulier) et régionale. Au niveau local, les travaux visent, entre autres, l'amélioration de l'estimation des événements extrêmes (crues, étiages) utilisés dans la conception des ouvrages hydrauliques alors que l'estimation des variables hydrologiques sur une base régionale permet de pallier le manque de stations de mesure. L'ensemble de ces travaux permettra de mieux faire face aux impacts des changements climatiques sur les ressources en eau.

• Chaire de recherche du Canada sur la bioconversion des eaux usées et des boues d'épuration en produits à haute valeur ajoutée

Titulaire : Rajeshwar Dayal Tyagi

On travaille à développer de nouveaux procédés, écologiques et rentables, de traitement et de valorisation des eaux usées et des boues d'épuration pour la production d'enzymes, de bio-insecticides, bio-herbicides, biofongicides, bio-inoculants et bioplastiques. Les retombées seront doubles. D'une part, utiliser les biomasses résiduelles pour les transformer en produits sécuritaires et, d'autre part, employer ces produits à haute valeur ajoutée pour réduire ou minimiser la dépendance aux substances chimiques dans les domaines de l'agriculture, de l'exploitation forestière et de l'industrie.

Les regroupements et réseaux de recherche

Les recherches du Centre Eau Terre Environnement sont intégrées à de nombreux regroupements interinstitutionnels du Québec. Monique Bernier est co-directrice du Centre d'études nordiques (CEN : **www.cen.ulaval.ca**) dont l'objectif scientifique est d'accroître la compréhension de la dynamique des environnements dominés par le froid et le gel. Yves Bégin, Pierre Francus, Isabelle Laurion et Taha B.M.J. Ouarda sont également membres du CEN. Jean-François Blais, Peter Campbell, Patrice Couture, Claude Fortin, Charles Gobeil et Rajeshwar Dayal Tyagi font tous partie du Centre interinstitutionnel de recherche en écotoxicologie du Québec (CIRÉ : **www.ecotox.uquebec.ca**). Normand Bergeron et André Saint-Hilaire sont membres du Centre de recherche interuniversitaire sur le saumon de l'Atlantique (CIRSA : **www.bio.ulaval.ca/cirsa/**). Normand Bergeron, Landis Hare et Isabelle Laurion sont membres titulaires du Groupe de recherche interuniversitaire en limnologie et en environnement aquatique (GRIL : **www.gril-limnologie.ca**). Bernard Long et Pierre Francus font partie des chercheurs du Centre de recherche en géochimie et en géodynamique (GEOTOP : **www.geotop.ca**). Enfin, Yves Gratton est membre du Groupe interinstitutionnel de recherches océanographiques du Québec (Québec-Océan : **www.quebec-ocean.ulaval.ca**).

• DIVEX - Diversification de l'exploration minérale au Québec

www.divex.ca

Codirecteur du réseau : Michel Malo

Autres chercheurs impliqués : Lyal Harris et Pierre-Simon Ross

Le réseau DIVEX regroupe une trentaine de chercheurs québécois en sciences de la terre ayant comme objectif commun de soutenir les efforts de diversification de l'exploration minérale par la recherche scientifique.

• MiTHE - *Metals in the Human Environment*

www.mithe-sn.org

Coresponsable du thème sur les écosystèmes aquatiques : Peter Campbell

Autres chercheurs impliqués : Patrice Couture, Claude Fortin et Landis Hare

Le réseau stratégique MITHE est une collaboration de chercheurs universitaires, d'agences gouvernementales et de l'industrie dans le but de faire avancer les connaissances au Canada sur les impacts de l'exposition aux métaux pour l'environnement et la santé humaine.

• Ouranos - Consortium sur la climatologie régionale et l'adaptation aux changements climatiques

www.ouranos.ca

Chercheurs impliqués : Yves Bégin, Alain Mailhot, Taha B.M.J. Ouarda, Claudio Paniconi et Alain Rousseau

Ouranos est un consortium canadien qui intègre quelque 250 scientifiques et professionnels issus de différentes disciplines. Son action se concentre sur deux grands thèmes : *Sciences du climat* et *Impacts et adaptation*.

• Réseau de centres d'excellence ArcticNet

www.arcticnet.ulaval.ca

Responsable de thème (Phase I : 2004-2008) : Yves Gratton (Physique de l'océan)

Responsables de projets (Phase II : 2008-2011) : Yves Bégin (Analyse des variations hydroclimatiques

passées au Nunavik) et Yves Gratton (Observatoires à long terme des eaux arctiques canadiennes).

Autres chercheurs impliqués : Monique Bernier et Isabelle Laurion

Le réseau ArcticNet regroupe des scientifiques et des gestionnaires en sciences naturelles, en sciences de la santé et sociales ainsi que leurs partenaires dans le but d'étudier les impacts des changements climatiques dans l'Arctique canadien côtier. Plus de 100 chercheurs d'ArcticNet, issus de 27 universités canadiennes et de 5 ministères fédéraux, collaborent avec des équipes de recherche provenant de 11 pays.

• Réseau de centres d'excellence GEOIDE

www.geoide.ulaval.ca

Responsables de projets (Phase III : 2005-2009) : Monique Bernier (FRAZIL) et Bernard Long (FUDOTERAM)

Autres chercheurs impliqués : Normand Bergeron et Karem Chokmani

Le réseau GEOIDE rassemble des experts de tous les secteurs de la communauté géomatique canadienne, provenant de 50 universités, 80 compagnies et de 36 organismes et ministères gouvernementaux, dans le but de consolider et de renforcer l'industrie géomatique canadienne tout en tirant le maximum de profit des ressources disponibles en matière de recherche et développement.

Les initiatives internationales

• L'Année polaire internationale

L'année 2007-2008 marque pour la collectivité scientifique mondiale, l'Année polaire internationale (API). Il s'agit d'une campagne internationale de recherche multidisciplinaire centrée sur les deux pôles qui se déroule de mars 2007 à mars 2009. Plusieurs chercheurs du Centre Eau Terre Environnement y participent activement.

• *A Canadian Arctic SOLAS Network*

www.quebec-ocean.ulaval.ca/C-SOLAS/

Ce projet API est la contribution canadienne au projet international SOLAS (*Surface Ocean – Lower Atmosphere Study*) dont l'objectif principal est de contribuer à la compréhension des interactions complexes entre l'atmosphère et les océans et leurs impacts sur le climat. Yves Gratton participe à l'initiative canadienne qui vise à déterminer les impacts du réchauffement de l'Arctique canadien sur les échanges air-mer et air-glace des gaz et des aérosols.

• *Circumpolar Flaw Lead System Study*

www.ipy-cfl.ca

Ce projet API international dirigé au Canada et auquel collaborent plus de 200 chercheurs de 15 pays est une étude intégrée des effets des changements climatiques dans la zone du chenal de séparation circumpolaire. **Yves Gratton** est responsable du volet de la recherche sur la physique de l'océan dont le but est de comprendre les processus se produisant dans la colonne d'eau et régulant les échanges entre l'océan, la glace et l'atmosphère.

• *Climate change and permafrost impacts on High Artic watershed fluxes: Cape Bounty, Melville Island experimental watershed observatory*

geog.queensu.ca/chawo/

Ce projet API canadien a pour but de comprendre l'effet des changements climatiques sur les rivières du Haut Arctique. **Pierre Francus** s'intéresse dans ce projet à la reconstruction des conditions hydroclimatiques depuis 4 000 ans au moyen d'analyse de carottes de sédiments varvés lacustres qui permettent une résolution annuelle.

• *Climate change Impacts on Canadian Arctic Tundra ecosystems: interdisciplinary and multi-scale assessments (CICAT)*

www.ipytundra.ca/

Ce projet API canadien constituera la première évaluation complète de l'état des écosystèmes de toundra à travers l'Arctique canadien. Il inclut une étude des changements dans la végétation, les sols et le milieu aquatique le long d'un transect de la toundra forestière jusqu'à la toundra arctique. La contribution d'**Isabelle Laurion** dans ce programme d'envergure est d'évaluer le rôle des mares sur la circulation du carbone mobilisé par la fonte du pergélisol.

• Géochimie des sédiments de la marge continentale arctique

Ce projet API canadien dirigé par **Charles Gobeil** veut dresser un portrait à grande échelle des caractéristiques géochimiques des sédiments de la marge continentale subarctique et arctique de l'Amérique du Nord. Des mesures de plusieurs éléments traces et isotopes du carbone et de marqueurs moléculaires de l'origine du carbone sont effectués sur des carottes de sédiments prélevées dans les mers de Béring, de Tchouktche et de Beaufort, de l'Archipel canadien, de la baie de Baffin et du détroit Davis. Les résultats de ces travaux sont interprétés dans le contexte des effets du réchauffement planétaire sur le cycle du carbone.

• MERGE-Canada : *Arctic Microbial Ecosystems*

www.cen.ulaval.ca/merge/

Ce projet API est la contribution canadienne au projet international MERGE (*Microbiological and Ecological Responses to Global Environmental change in the polar regions*) dont l'objectif général est de comprendre les réponses des écosystèmes polaires aux changements climatiques. Au sein de MERGE-Canada, **Isabelle Laurion** fait partie d'une équipe qui s'intéresse à la diversité microbienne des mares thermokarstiques, un écosystème unique qui prend de l'ampleur alors que le pergélisol se dégrade.

• *Variability and Change in the Canadian Cryosphere*

Ce projet API dirigé par Environnement Canada est la contribution canadienne au projet international *State and Fate of the Polar Cryosphere* qui a pour objectif d'étudier l'état actuel, la variabilité et les changements de la cryosphère mondiale. **Monique Bernier** y mène des activités de recherche visant à utiliser les images RADARSAT et SSM/I pour le suivi du cycle saisonnier de gel-dégel du sol et celui de la glace de rivière et de lac au Nunavik. Dans le cadre de ce projet, **Taha Ouarda** utilise les méthodes bayésiennes afin d'analyser les tendances de certaines variables qui définissent la cryosphère.

• Une nouvelle initiative de collaboration internationale : PASADO

www.ete.inrs.ca/projets/pasado/PASADO-Canada/

Le projet PASADO (*Potrok Aike Maar Lake Sediment Archives Drilling Project*) est une initiative de recherche internationale au sein du programme *International Continental Drilling Project*. La portion canadienne du projet, Can-PASADO, a démarré officiellement en 2008; elle est dirigée au Centre Eau Terre Environnement par **Pierre Francus**. L'objectif est d'étudier le climat du passé et la formation d'un maar (volcan explosif) à Laguna Potrok Aike, Patagonie du Sud, Argentine. Dix chercheurs canadiens de huit universités sont impliqués dont Pierre-Simon Ross du Centre Eau Terre Environnement.

La diffusion des connaissances

Les publications

• Revue des Sciences de l'eau

www.rse.inrs.ca/index.php?page=accueil

Cette publication est une revue électronique internationale publiant les résultats des plus récents travaux dans les domaines suivants : hydrologie (eaux de surface et souterraines), qualité des eaux, hydrobiologie, écotoxicologie, traitement des eaux usées et de l'eau potable et gestion de la ressource eau. La revue, qui a souligné son 20e anniversaire en 2008, est éditée conjointement par le Groupement d'Intérêt Scientifique des Sciences de l'Eau, de France et le Centre Eau Terre Environnement de l'INRS.

Codirecteur : Peter Campbell

Membres du comité éditorial : Jean-François Blais et Alain Mailhot

Membre du conseil scientifique : Bernard Bobée

• Publications et communications scientifiques

La liste complète des publications et communications scientifiques 2007-2008 des chercheurs du Centre peut être consultée en ligne :

www.ete.inrs.ca/doc/publications2007-2008.pdf

Les activités d'animation

• 76e Congrès de l'ACFAS

www.acfas.ca/congres/2008/pages/faits_saillants.html

L'INRS a été l'hôte du 76e Congrès de l'ACFAS qui s'est déroulé à Québec, du 5 au 9 mai 2008, sous le thème : *La rencontre du savoir avec 400 ans d'histoire*. L'ACFAS et l'INRS ont souligné l'Année internationale de la Planète Terre par une série de quatre conférences grand public sur les enjeux environnementaux de l'heure (Midis de l'ACFAS). La série s'est clôturée par une table ronde avec tous les invités. Des activités en lien avec le 400e anniversaire de Québec ont également été proposées au grand public dont un circuit mettant en valeur les sites géologiques et historiques de Québec et une conférence ayant pour thème. *400 ans de science à Québec*.

Président du congrès : Jean-Pierre Villeneuve

Membres du comité scientifique : Monique Bernier (présidente), Patrice Couture et Claude Fortin (sciences de la vie et de la santé), Michel Malo et Anne-Catherine Favre (sciences physiques, mathématiques et génie)

Responsable du comité d'organisation : Sophie Duchesne

Midis de l'ACFAS : Aïcha Achab et Michel Malo

• Journée des Sciences de la Terre et de l'Environnement

www.inrs-ete.uquebec.ca/conf/jste2008

Le Centre a accueilli la 9e édition de la Journée des Sciences de la Terre et de l'Environnement (JSTE) le 28 mars 2008. La JSTE est un événement conjoint de l'Université Laval et du Centre Eau Terre Environnement, organisé alternativement par les étudiants des cycles supérieurs en sciences de la terre et de l'environnement de l'un ou l'autre des établissements. Cette journée leur offre l'opportunité de présenter les résultats de leur projet de recherche devant un auditoire averti.

• Conférences midis du Centre Eau Terre Environnement

www.ete.inrs.ca/index.php?page=1_6archives

Le Centre Eau Terre Environnement de l'INRS présente tout au long de l'année des conférences midis en lien avec ses domaines de recherche. La liste complète des conférences présentées en 2007 et 2008 peut être consultée en ligne.

Les efforts de vulgarisation

De façon régulière, les chercheurs du Centre donnent des entrevues et contribuent à des articles dans les médias (presse écrite, radio, télévision, Internet) dans leur domaine de spécialité.

Par exemple, le 30 mars 2008, un reportage de l'émission Découverte de la télévision de Radio-Canada portait sur le satellite canadien RADARSAT-2 qui permet une meilleure observation des glaces. On y a présenté les travaux de Monique Bernier et de son équipe sur la caractérisation de la nature et de l'épaisseur de la glace de rivière à partir de données satellitaires, un outil très utile pour la prévention des embâcles et des inondations. Le reportage est disponible en ligne : **tinyurl.com/rb5aqh**

Le Service de documentation et d'informations spécialisées de l'INRS a lancé en mars 2008 les *Capsules INRSciences*, qui visent à mettre en évidence, dans un format et un langage facilement accessible, la grande qualité et la diversité de la recherche menée par les étudiants. Les capsules sont disponibles en ligne : **www.ete.inrs.ca/index.php?page=5_2**

Le Comité Environnement des étudiants du Centre était présent le 29 avril 2008 en tant qu'exposant au 4e Carrefour des sciences de la terre et de l'environnement tenu dans le mail central de Place Laurier dans le cadre des activités au programme du Jour de la Terre.

L'excellence de la recherche

Des chercheurs et étudiants du Centre Eau Terre Environnement ont reçu cette année des prix et des bourses soulignant l'excellence de leurs travaux de recherche.

Les professeurs **Satinder Kaur Brar**, **Jean-François Blais** et **Rajeshwar Dayal Tyagi** ont reçu le prix *Rudolph Hering Medal Award 2008* de l'*American Society of Civil Engineers* (ASCE) pour un article intitulé *Aerobic Biofiltration Processes—Advances in Wastewater Treatment* publié en 2006 dans la revue *Practice Periodical of Hazardous, Toxic, and Radioactive Waste Management* (Volume 10, Numéro 4, pp. 264-276).

Lors de la conférence de l'*International Water Association*, tenue à Moncton en juin 2007, **Rajeshwar Dayal Tyagi** a reçu le prix *Specialist Medal for Residuals Research* décerné par le *Specialist Group on Sludge Management* à un chercheur dont les travaux précédents ont fait avancer les connaissances fondamentales et les applications pratiques de la recherche en gestion des boues, des biosolides et des matières résiduelles.

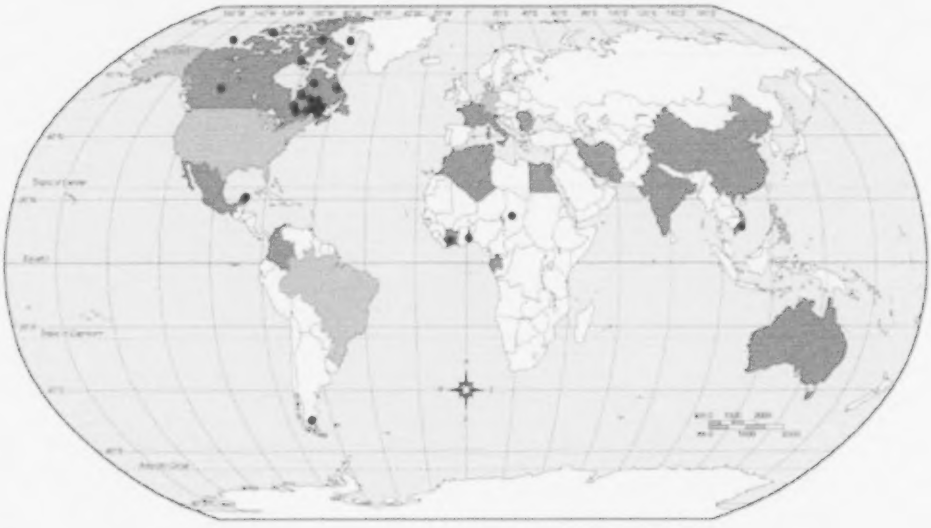
L'étudiant au doctorat en sciences de l'eau, **Koukou Adjalle** a reçu en 2008 l'une des deux bourses Wladimir-A.-Smirnoff. Cette bourse encourage la recherche dans le domaine de la lutte biologique contre les insectes ravageurs forestiers. Le projet de doctorat de Koukou Adjalle vise à mettre au point une formulation alternative de Bt (*Bacillus thuringiensis*) à partir des eaux usées des industries agroalimentaires et des boues d'épuration. Il est réalisé sous la direction du professeur Rajeshwar Dayal Tyagi.

Le comité directeur de l'entente de coopération trilatérale Canada-Suède-Pays-Bas sur l'évaluation des sites d'entraînement militaire a décerné au professeur **Richard Martel** un *Achievement Award* de l'OTAN.

Finalement, le professeur **Taha B.M.J. Ouarda** a été nommé parmi les 22 Québécois à surveiller dans le numéro spécial Québec 2008 de la revue l'*Actualité* parue en décembre 2007 pour sa contribution à la recherche dans le domaine de l'hydrologie statistique dont il est l'un des experts mondiaux.

Un coup d'œil sur le Centre à l'international

En 2007-2008 : Projets de recherche actifs (points bleus); Pays d'origine des chercheurs et étudiants (en vert forêt); Pays d'origine des cosignataires de publications (en vert olive).



La vision du Centre s'appuie sur une identité environnementale forte et une approche scientifique rigoureuse et novatrice

La formation de personnel hautement qualifié

Au Centre Eau Terre Environnement de l'INRS, les étudiants sont en contact direct avec des problèmes réels et concrets en sciences de l'eau et de la terre. Six programmes de 2e et 3e cycles sont offerts. Les programmes interuniversitaires de maîtrise et de doctorat en sciences de la terre sont le fruit d'une collaboration avec le Département de géologie et génie géologique de l'Université Laval. Les étudiants, inscrits dans l'établissement d'attache de leur directeur de recherche, acquièrent donc leur formation à la fois à l'INRS et à l'Université Laval. Cette association permet un plus grand choix de sujets de recherche, une liste de cours plus complète et un accès aux services offerts par les deux universités. Les étudiants profitent également du partenariat entre l'INRS et la Commission géologique du Canada qui permet d'élargir à près de 35 le nombre de directeurs de recherche potentiels.

Programmes d'études offerts au Centre :
www.ete.inrs.ca/index.php?page=4_1

Les programmes en sciences de l'eau

• Doctorat en sciences de l'eau

La compréhension des problèmes des ressources en eau et des milieux aquatiques nécessite l'apport de plusieurs disciplines scientifiques et leur résolution demande une approche multidisciplinaire réelle et intégrale. Ce programme vise à former des chercheurs spécialisés capables de cerner et résoudre ces problèmes, et ainsi de répondre aux besoins de la société qui se manifestent dans ce secteur. Il permet à l'étudiant d'élargir et d'approfondir ses connaissances dans le domaine de l'eau tout en lui offrant la possibilité de se spécialiser dans un des champs d'études qui y sont reliés.

• Maîtrise en sciences de l'eau

Seul établissement québécois à offrir une maîtrise en sciences dans le domaine de l'eau, le Centre assure, par ce programme, un élargissement des connaissances spécialisées nécessaires aux diplômés de premier cycle qui désirent étudier les problèmes de cette ressource fondamentale. Le profil avec mémoire permet à l'étudiant de démontrer son originalité et son aptitude à faire une recherche, tout en orientant, au moyen d'un choix de trois cours, sa spécialisation dans un ou deux champs d'intérêt.

• Maîtrise professionnelle en sciences de l'eau

Le but du profil sans mémoire est de former des professionnels qui interviendront dans la réalisation et la gestion de projets en sciences de l'eau. Les diplômés pourront ainsi apporter une contribution significative à la solution des problèmes et à la prise des décisions grâce à l'approfondissement des connaissances et à leur spécialisation. Ce programme veut également à répondre aux besoins de formation continue des intervenants en sciences de l'eau.

Jean-Daniel Bourgault

Personnalité

Originaire de Dolbeau, au lac Saint-Jean, **Claudie Beaulieu** a effectué plusieurs stages de premier cycle dans l'équipe du professeur Taha Ouarda puis a décidé de se joindre à l'INRS en 2003 dans le cadre d'une maîtrise en sciences de l'eau au sein de la même équipe. Elle s'y est rapidement imposée comme une étudiante chercheuse remarquable et une travailleuse infatigable toujours souriante. Ainsi, elle a collaboré à non moins de 21 publications et communications, dont une quinzaine à titre de première auteure. Elle a reçu une bourse du FQRNT pour son doctorat. Statisticienne spécialiste des méthodes bayésiennes, ses travaux ont porté aussi bien sur les méthodes de correction des séries de données climatiques basées, notamment, sur modèles précédents de précipitations et de changement global, que sur les conditions climatiques favorables à la propagation du virus du Nil au Québec ainsi qu'à la modélisation du surenfoncement des navires marchands qui transitent par le fleuve Saint-Laurent. Et, décidément, puisque la statistique mène à tout, Claudie terminera bientôt son doctorat et ira suivre un stage postdoctoral à la prestigieuse Université Princeton, au New Jersey. Les membres de l'équipe du professeur Ouarda ne s'ennuieront pas d'elle... puisqu'elle reviendra souvent à titre de collaboratrice.

Jean-David Bourgault

Les programmes en sciences de la terre

• Doctorat en sciences de la terre

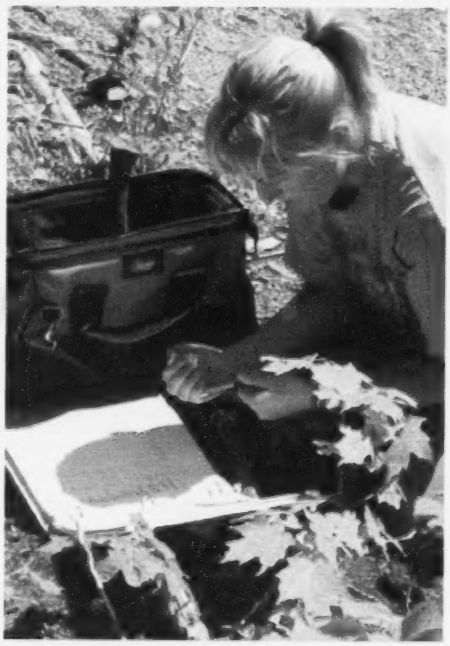
Ce programme permet une spécialisation avancée dans divers domaines de la géologie fondamentale ou appliquée ou du génie géologique. Il vise à rendre l'étudiant apte à concevoir et à mettre sur pied des projets de recherche originaux, à le rendre autonome dans la conduite de ces projets et à lui permettre d'exceller dans des activités professionnelles de recherche ou d'enseignement universitaire.

• Maîtrise en sciences de la terre

Ce programme de maîtrise avec mémoire permet à l'étudiant d'acquérir des connaissances générales avancées, d'approfondir un domaine particulier, de s'initier à la recherche scientifique et d'acquérir une préparation adéquate à la pratique professionnelle de la géologie, de l'hydrogéologie ou du génie géologique.

• Maîtrise en sciences de la terre - technologies environnementales

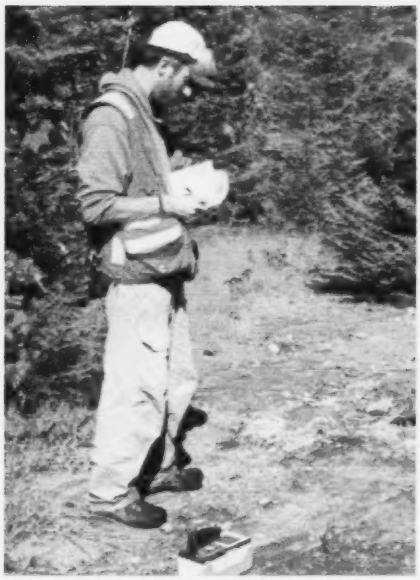
Ce programme de maîtrise avec essai est une maîtrise professionnelle spécialisée en technologies environnementales. Un nombre important de disciplines sont confrontées à des problèmes de nature environnementale sur le marché du travail. En pratique, les approches de résolution des problèmes sont interdisciplinaires et requièrent des connaissances variées provenant d'un ensemble de disciplines. La maîtrise professionnelle s'intéresse aux technologies environnementales utilisées dans la pratique des génies civil, chimique, géologique et agroalimentaire, ainsi que dans celle des sciences environnementales de la décontamination des sols, de l'eau et de l'air, du recyclage des déchets et de la prévention de la pollution.



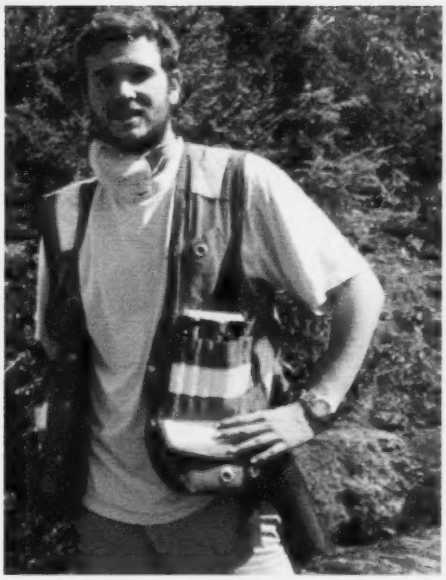
Marc Richer-LaFlèche

Personnalités

Quand deux Français partent (scientifiquement) à l'aventure, le Québec peut facilement devenir une terre de prédilection. Et c'est ainsi que le prêtre **Vladimir Antonoff** (photo de gauche) et le béarnais **Gregory Dufrechou** (photo de droite) ont abouti à l'INRS pour travailler de concert à deux facettes d'un même projet: le traitement et l'interprétation des données géophysiques régionales ainsi que les contrôles structuraux de minéralisation (Gregory), ce la pétrologie et de la géochimie des zones de minéralisation et d'altération (Vladimir) au sud de Mont-Laurier (Province de Grenville). Les analyses réalisées par ces deux dynamiques étudiants au doctorat (sous la direction des professeurs Lyal Harris et Marc Richer-LaFlèche de l'INRS et Louise Corriveau de la CGC-Québec) ont d'ores et déjà mené à un programme de géophysique au sol et de forages exploratoires à la recherche de cuivre (et potentiellement d'or et d'argent) par la compagnie commanditaire de ces travaux, Richmont Minerals inc., à l'été et l'hiver 2008.



Gregory Dufrechou



Vladimir Antonoff

Les stages

Dans l'esprit de sa mission de recherche et de formation, le Centre Eau Terre Environnement accorde une attention toute particulière à l'accueil de stagiaires postdoctoraux pour l'enrichissement de ses équipes de recherche. Des bourses postdoctorales offertes par l'INRS sont disponibles.

Stages postdoctoraux à l'INRS :
www.inrs.ca/Francais/index.jsp?page=StagesPostDoc

Le Centre Eau Terre Environnement accueille chaque année des étudiants du premier cycle pour un stage d'été, une façon enrichissante d'acquérir une expérience dans le domaine de la recherche en sciences de l'eau, de l'environnement et des ressources naturelles à travers un emploi scientifique dans un milieu stimulant.

Stages d'été au Centre :
www.ete.inrs.ca/index.php?page=1_5

Des infrastructures de recherche de grande qualité

Situé au centre-ville, sur le campus urbain de l'Université du Québec, le Centre Eau Terre Environnement de l'INRS met à la disposition de ses équipes des laboratoires de pointe (scanneur ITRAX, microscope électronique à balayage, salle blanche ultra-propre, spectrophotomètre d'émission atomique au plasma, etc.).

Ressources naturelles Canada

Jean-Daniel Bourgault

De plus, le Centre vient de construire de nouveaux laboratoires d'une valeur de 60 millions $ dans le Parc technologique du Québec métropolitain afin d'y réaliser des travaux en partenariat avec l'entreprise privée et d'autres partenaires. Ces nouveaux locaux abritent des équipements uniques au Canada, entre autres en biotechnologies environnementales et en scanographie, et permettent la mise à l'échelle des technologies développées au Centre.

Isabelle Martineau

Enfin, une station de recherche, située à Sacré-Cœur (Saguenay), offre aux équipes de recherche un espace de travail et de formation en milieu naturel pour des séminaires, stages, projets d'études et réunions scientifiques. La station est aussi un lieu de collaboration interuniversitaire.

Yves Bégin

Le laboratoire de services communs

www.inrs-ete.uquebec.ca/lab.php?page=lab1

Le laboratoire de services communs du centre-ville comprend un laboratoire général et plusieurs laboratoires spécialisés de microbiologie, de radioisotopes, d'analyses chimiques, de préparation d'échantillons, de microscopie, de métaux traces, etc. Le mode de fonctionnement du service des laboratoires est unique : la mise en commun des appareils et du matériel, acquis par les professeurs grâce à des subventions, permet une utilisation optimale de toutes les ressources. Une gamme complète d'instruments à la fine pointe de la technologie est ainsi à la disposition de toutes les personnes impliquées dans la recherche expérimentale.

Les laboratoires de recherche

Tant au centre-ville, qu'à ses nouveaux laboratoires du Parc technologique, le Centre Eau Terre Environnement de l'INRS met à la disposition de ses équipes des laboratoires de pointe.

Le nouveau laboratoire multidisciplinaire de scanographie de l'INRS est la seule infrastructure de cette ampleur au Canada. Il est composé d'un scanographe, d'une unité de traitement et de stockage des données, d'un laboratoire de sédimentologie et d'appareils d'hydraulique, de biosédimentologie et d'hydrologie. En hydrogéologie, plusieurs laboratoires viennent appuyer les travaux avec des équipements de pointe dont une foreuse géotechnique, des équipements de sondage et un nouveau système d'acquisition de mesures de tomographie électrique permettant de faire la caractérisation environnementale des aquifères. Un autre nouvel équipement d'avant-garde a été obtenu par l'équipe de biogéochimie; il s'agit d'un spectrophotomètre d'émission atomique à plasma à couplage inductif pour le laboratoire de mesure de métaux traces dans des échantillons du milieu aquatique. Un second spectrophotomètre Varian Cary 300 a été acquis cette année et est dévolu aux essais enzymatiques. Les laboratoires LAPAHR et GIRAS de l'INRS sont, quant à eux, structurés autour d'un appareil de haute technologie, l'*ITRAX™ Core scanner* qui permet d'analyser des sédiments lacustres et marins.

Le partenariat entre le Centre Eau Terre Environnement de l'INRS et la division de Québec de la Commission géologique du Canada (CGC-Québec) permet la mise en commun de laboratoires de haut calibre en géosciences accessibles à l'ensemble de la communauté de chercheurs. Par exemple, le laboratoire de cartographie et de photogrammétrie de la CGC offre aux utilisateurs une expertise de haut calibre pour l'acquisition, la gestion, l'analyse et la diffusion de données géoscientifiques.

Pour en savoir plus sur les laboratoires de recherche du Centre :

www.inrs-ete.uquebec.ca/index.php?page=laboratoires

- Analyse paléoclimatique de haute résolution (LAPAHR)
- Assainissement - Laboratoire pilote de technologies environnementales
- Bioconversion des eaux usées et des boues d'épuration en produits à haute valeur ajoutée
- Biooptique et écologie microbienne
- Géochimie des ultratraces
- Géochimie, Imagerie et Radiographie des Sédiments (GIRAS)
- Hydrogéologie des contaminants (conjoint INRS-RDDC-Valcartier)
- Mesure de métaux traces dans des échantillons du milieu aquatique
- Scanographie multidisciplinaire pour les ressources naturelles et le génie civil
- Simulation physique, numérique et géophysique
- Système de sondage par enfoncement et rotopercussion
- Télédétection et géomatique

Pour en savoir plus sur les laboratoires de recherche de la CGC-Québec :

cgc.rncan.gc.ca/org/quebec/lab_f.php

- Géochimie analytique (conjoint INRS-CGC-Québec)
- Géochimie des isotopes stables (Delta-Lab)
- Hydrogéologie
- Dendrochronologie et dendrogéochimie
- Cartographie numérique et photogrammétrie (LCNP)

La communauté du Centre

- professeur
- technicien de recherche
- associé de recherche
- agent de recherche
- assistant de recherche
- stagiaire postdoctoral
- étudiant au doctorat
- étudiant à la maîtrise
- stagiaire
- autres

❍ d'une des couleurs ci-haut : départ ou diplôme en cours d'année

La recherche et l'enseignement

Équipes de recherche

- Jean-Christian Auclair

- Mario Bergeron
  - Marie Létourneau
  - Alain Langlais
  - Gérald Dermont
  - Jorge Enrique Medina-Lopez
  - François Larouche
  - Maxime Bergeron

- Normand Bergeron
  - Francis Bérubé
  - Marc-André Pouliot
  - Patricia Johnston
  - Mylène Levasseur
  - Jean-Nicolas Bujold
  - Joanie Côté
  - Jérôme Dubé
  - Francis Gauthier
  - Véronique Tremblay
  - Gisèle Wagner
  - Élisabeth Simard
  - Véronique Tremblay

- Monique Bernier
  - Mohamed Niang
  - Yves Gauthier
  - Lisa-Marie Pâquet
  - Md. Shah Alamgir
  - Maria Dissanska
  - Rébecca Filion
  - Imen Gherboudj
  - Kim Huong Hoang
  - Stéphane Mermoz
  - Hugo Drouin
  - Karine Labrecque
  - Audrey Lessard-Fontaine
  - Charles Gignac
  - Aurélien Gonzalez
  - Pierre Étienne Lord

- Jean-François Blais
  - Myriam Chartier
  - Isabel Beauchesne
  - Samuel De la Rochebrochard
  - Amélie Janin
  - Dikenane Kombila
  - Stéphanie Lafond
  - Lan Huong Tran
  - Mélanie Asselin
  - Mélanie Pinatton
  - Véronique Turcotte
  - Sandra Bernard
  - Médard Bouda
  - Vanessa Catherine
  - Otmane Gaboune
  - Jihen Ben Khaled
  - Marian Moucheroud
  - Louis-César Pasquier
  - Jean-Philippe Pavard
  - Halima Saghir
  - Marie-Christine Simard
  - Med Aly Souissi

- Satinder Kaur Brar

- Bernard Bobée (émérite)
  - Ouejdane Samoud

- Peter Campbell
  - Isabelle Papineau
  - Fabien Pierron
  - Sophie Cooper
  - Kristin Mueller
  - Frédéric Maloney
  - Yvan Tremblay
  - Josianne Caire
  - Anne Crémazy

- Karem Chokmani
  - Ahmed Houcine
  - Benjamen Raphaël-Amanrich

- Patrice Couture
  - Charles Gauthier
  - Dominique Lapointe
  - Vincent Bourret
  - Nicolas Garceau
  - Sophie Gentès
  - Berangère Leclercq
  - Angela Sacchi

- Daniel Cluis (honoraire)
  - Julie Corriveau
  - Mathieu Quenum
- Patrick Drogui
  - François Zaviska
  - Erika Miatti
  - Isidore Moukame
- Sophie Duchesne
  - Thai Nam Pham
- Anne-Catherine Favre
  - Karine Dion
  - Nguyen Bao Trinh
  - Guillaume Evin
  - Thomas-Charles Fortier-Filion
  - Jonathan Jalbert
- Claude Fortin
  - Jonathan Bernier
  - Laura François
  - Michel Lavoie
  - Nathalie Paquet
  - Gabrielle Roy
  - Jessica Pickford
- Pierre Francus
  - Jean-François Cremer
  - David Fortin
  - Frédéric Bouchard
  - Nicoleta Ciobanas
  - Stéphanie Cuven
- Erwan Gloaguen
- Charles Gobeil
  - Sandra Jobidon
  - Antony Chappaz
  - Raoul-Marie Couture
  - Danielle Dubien
  - Stéphane Feyte
  - Marie-Noëlle Bernatchez
  - Marie-Ève Randlett
- Yves Gratton
  - Véronique Lago
  - Marie-Emmannuelle Rail
  - Annie Simard
  - Claude Bélanger
  - Dany Dumont
  - Romain Lanos
  - Somayeh Nahavandian Esfahani
  - Caroline Sévigny
  - Loïc Degroote
- Landis Hare
  - Louis Croisetière
  - Isabelle Proulx
  - Maïtée Dubois
  - Julie Dumas
  - Dominic Ponton
  - Victor Thomasson
- Lyal Harris
  - Elena Konstantinovskaya
  - Vladimir Antonoff
  - Gregory Dufrechou
  - François Leclerc
  - Jimmy Poulin
  - Philippe Bertrand
- Marc Richer-LaFlèche
  - Yves Monette
  - François Pelletier
  - Maxime Aubert
  - Jean-Christophe Aznar
  - Bruno Boussicault
  - Yves Caron
  - Geneviève Meunier
  - Édith Chouinard (agente de bureau)
- Pierre Lafrance
  - Cédile Doukouré
- Isabelle Larocque
  - Nicolas Rolland
  - Vicky Tremblay
- Isabelle Laurion
  - Julie Breton
  - Catherine Vallières
  - Leira Retamal
  - Sophie Caplanne
  - Christiane Dupont
  - Annabelle Waren
  - Sébastien Bourget
  - Alexandra Rouillard
  - Gabriel Sarasin
  - Shobei Watanabe
- Michel Leclerc (honoraire)
  - Paul Boudreau
  - Pierre-Luc Fortin
- René Lefebvre
  - Jean-Marc Ballard
  - Thomas Ouellon
  - Belkacem Lahmira
  - Daniel Paradis
  - Laurie Tremblay
  - Marc-André Carrier
  - Gregory Routin
  - Anna Baranski
  - Isabelle Maltais

- Bernard Long
  - Louis-Frédéric Daigle
  - Antoine Collin
  - Antoine Cottin
  - Stéphane Montreuil
  - Régis Xhardé
  - Karine Nault
  - Valérie Robitaille
  - Yann Keramoal
  - Patrick Labonté

- Alain Mailhot
  - Ahmadi Kingumbi
  - David Huard
  - Richard Turcotte
  - Samuel Bolduc
  - Guillaume Talbot

- Michel Malo
  - Karine Bédard
  - Valérie Bécu
  - Gaëlle Grundman
  - Adeline Parent
  - Jean-François Ravenelle
  - Stéphanie Roy
  - Kenneth Williamson
  - Esther Bordet
  - Émilie Tremblay-Paquet

- Richard Martel
  - Clarisse Deschênes-Rancourt
  - Uta Gabriel
  - Étienne Girard
  - Coffi Léonard Agassounon
  - Geneviève Bordeleau
  - Alain Gravel
  - Mathieu Lavoie
  - Nicolas Roy
  - Angus Calderhead
  - Mathieu Laporte-Saumure
  - Jeffrey Keith Lewis
  - Aurélie Bellavance-Godin
  - Geneviève Bordeleau
  - Guillaume Comeau
  - Marie-Claude Lapointe
  - Valérie Nadeau
  - Geneviève Parent
  - Marie Catherine Poulin Talbot
  - Vincent Boulianne
  - Marie-Christine Cantin
  - Sandra Fournier
  - Alexandre Gauvin
  - Roxanne Saint-Laurent
  - Véronika Varfalvy

- Guy Mercier
  - Nathalie Meunier
  - Aurélie Dhenain
  - Romain Barbaroux
  - Ghislain Bongo
  - Emmanuelle Cecchi
  - Anaïs Charles
  - André Drouin
  - Julia Mouton
  - Élaine Boutin
  - Ilham Aissaoui Fqayeh
  - Charles-Edouard Nanci
  - Nathalie Siméon
  - Nam Tran
  - Véronique Turcotte
  - Marie-Claude Boivin
  - Catherine Cloutier
  - Haffad El Hassan
  - Thomas Lamberet
  - Charles-Edouard Nancy
  - Kathy Plamondon
  - Margot Thouvenin

- Taha B.M.J. Ouarda
  - Salaheddine El Adlouni
  - Naveed Khaliq
  - Ousmane Seidou
  - Huiling Cao
  - Christian Charron
  - Nicolas Gignac
  - Étienne Boucher
  - Fateh Chebana
  - Eghbal Ehsanzadeh
  - Maryam Kamali Nezhad
  - Hadiza Moussa Saley Zouzou
  - Chang Shu
  - Lampouguin Bayentin
  - Claudie Beaulieu
  - Loubna Benyahya
  - Edgar Herrera-Guzman
  - Bahaa Khalil
  - Mathieu Ribatet
  - Mohamed Ridha Tekaya
  - Yves Tramblay (codirection)
  - Mohamed Aymen Ben Aissia
  - Chantal Caouette
  - Christian Charron
  - Barbara Martel
  - Imen Zaier
  - Iris Klein
  - Isabel Moreau
  - Rym Ouachani

- Claudio Paniconi
  - Cintia Racine
  - Mauro Sulis
  - Marie-Josée Gauthier
  - Catherine Guay
  - Frank Ferber
  - Marie Lefrancq
  - Lorenzo Sassi

- Pierre-Simon Ross

- Alain Rousseau
  - Stéphane Savary
  - Martin-Pierre Lavigne
  - Alexandru Ioan Ciobanas
  - Sylvain Jutras
  - Brou Konan
  - Sylvain Weill
  - Patrick Gagnon
  - Martine Grenier
  - Grégor Levrel
  - Rémi Bourdillon
  - Clément Clerc
  - Brigitte Laberge
  - Guillaume Rogel
  - Simon Ricard
  - Sylvain Kouajou Akpo
  - Philippe Boucher
  - Damien Kintz
  - Aimé Koudou
  - François Lasbleis
  - Philippe Noël
  - Ludovic Paul
  - Marc-André Robin
  - Martin Seto
  - Alain Royer (technicien informatique)
  - Sébastien Tremblay (technicien informatique)

- André Saint-Hilaire
  - Anik Daigle
  - Jacquie Diatezua
  - Valérie Ouellet
  - Simon Tardif
  - Mohammed Aziz Es Salhi
  - Nicolas Guillemette
  - France Godin

- Yves Secretan
  - Maude Giasson
  - Pascale Matte
  - Moua Yi

- Normand Tassé

- André Tessier (honoraire)
  - Patrice Tremblay

- Rajeshwar Dayal Tyagi
  - Son Yan
  - Kokou Adjalle
  - Muriel Auriol
  - Jyothi Bezawada
  - Jean-Philippe Chenel
  - Zied Djedidi
  - Mathieu Drouin
  - Jean-Robert Gnepe
  - Thanh Tung Lai
  - Josée-Anne Majeau
  - Ha Pham Thi Thanh
  - Bala Subramanian Sellamuthu
  - Mausam Verma
  - Dang Khanh Vu
  - Son Yan
  - Gaëlle Aupiais
  - Noëllie Bourdoiseau
  - Fanny Bourges
  - Antoine Coyac
  - Guillaume Poulin
  - François Vatin

- Jean-Pierre Villeneuve
  - Phu Duc Nguyen
  - Trang Hong Nguyen
  - Annie Poulin
  - Richard Turcotte
  - Maude Ouellet
  - Caroline Albert (agente de bureau)
  - Alain Garon (technicien en informatique)
  - Béatrice Morel (agente de bureau)
  - Diane Tremblay (agente en secrétariat)

Autres professeurs

Émérites

Georges Drapeau
Michel Slivitzky

Honoraires

Aïcha Achab
Jean-Pierre Fortin
Guy Morin
Jean-Louis Sasseville
Alain Soucy

Associés

Guy Ampleman, RDDC-Valcartier
Jean H. Bédard, CGC-Québec
Christian Bégin, CGC-Québec
Andrée Bolduc, CGC-Québec
Sébastien Castonguay, CGC Québec
Louise Corriveau, CGC-Québec
Benoît Dubé, CGC-Québec
Mathieu J. Duchesne, CGC-Québec
Donna Kirkwood, CGC-Québec

Denis Lavoie, CGC-Québec
Patrick Mercier-Langevin, CGC-Québec
Yves Michaud, CGC-Québec
Jean Morin, Environnement Canada
Léopold Nadeau, CGC-Québec
Miroslav B. Nastev, CGC-Québec
Michel A. Parent, CGC-Québec
Luc Perreault, Hydro-Québec
Didier Perret, CGC-Québec
Nicolas Pinet, CGC-Québec
Christine Rivard, CGC-Québec
Alfonso Rivera, CGC-Québec
Martine Savard, CGC Québec
Sonia Thiboutot, RDDC-Valcartier

Chargés de cours

Louis Fontaine, BPR

Claude Jean, Tremblay Bois Mignault Lemay

Yvon Maranda, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs

Luc Valiquette, Ministère du Développement économique, de l'Innovation et de l'Exportation

Autres étudiants

Sous la direction de professeurs associés de la CGC-Québec

Anne-Laure Bonnet (doctorat, Louise Corriveau)
Annick Doucet (doctorat, Martine Savard)
Lise Lamarche (doctorat, Michel A. Parent)
Mathieu Gingras (maîtrise, Christian Bégin)
Catherine Guay (maîtrise, Miroslav B. Nastev)

À la maîtrise professionnelle

Mohamed Ayad
Guillaume Barbier
Vincent Boucher
Anais Courteille
Julie Deault
Nicolas Francoeur-Leblond
Gianny François
Véronique Gagnon
Marie-Hélène Gendron
Guillaume Germain
Renée Gravel
Martin Tremblay

Libres

Lise Audet
Lisanne Chauvette
Catherine Fortier
Karine Hubert
Marie-Ève Vadnais
Julie Veillette

Professeurs et chercheurs invités

De l'étranger

Trad Arbeit, British Antarctic Survey (Royaume-Uni)

Khalidou M. Ba, Centre international des ressources en eau (CIRA, Mexique)

Olivier Bartier, Université d'Avignon (France)

Jochen Bastkey, Université Stuttgart (Allemagne)

Françoise Bonar, Institut français du pétrole (France)

Rifah Ben Cheikh, École nationale d'ingénieurs de Tunis (Tunisie)

Alin A. Cârsteanu, Institut polytechnique national du Mexique (Mexique)

Bernard Chocat, Institut national des sciences appliquées de Lyon (INSA, France)

Daniel Cossa, Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (IFREMER, France)

Jean-Pierre Deslau, CNRS (France)

Carlos Díaz Delgado, CIRA (Mexique)

Jaime M. Gaitas Soliz, CIRA (Mexique)

Jean-Louis Goergen, Institut national polytechnique de Lorraine (France)

Stuart Lane, University of Leeds (Royaume-Uni)

Michel Lang, CEMAGREF (France)

Corinne Leyval, LIMOS - CNRS et Université de Nancy I (France)

Jean-Louis Mirel, Institut national polytechnique de Lorraine (France)

Emmanuel Naffrechoux, Université de Savoie (France)

Éric Poitier, Institut d'électronique et de télécommunications de Rennes (France)

Louis Prieur, Laboratoire d'océanographie de Villefranche (France)

Éric Sauquet, CEMAGREF (France)

Marie-Odile Simonnot, Institut national polytechnique de Lorraine (France)

Jaume M. Verges, Institut des sciences de la terre Jaume Almera (Espagne)

Alan L. Watchman, Australian National University (Australie)

Tran Minh Y, Académie des sciences et des technologies du Vietnam (Vietnam)

Fatima Zidane, Université Hassan II (Maroc)

Du Canada

Marc Amyot, Université de Montréal

Philippe Archambault, Institut Maurice-Lamontagne

Simon Barrabé, Ecofinity Experts-conseils

Hamel Benmoussa, Centre de recherche industrielle du Québec

Les services

Direction

Yves Bégin (directeur)
Jean-Philippe Boivin (stagiaire)
Roxane Dubé (secrétaire)
Jacques Gauthier-Duchesne (stagiaire)
Isabelle St-Jacques (secrétaire de direction)
Martine Villeneuve (stagiaire)

Administration

Jean-François Belley (stagiaire)
Dominique Cantin
Jean-Léon Doyon
Nicole Laflamme (attachée d'administration)
Diane Lortie
Marie-Noëlle Ouellet
Mylène Paradis
Alain Poirier
Manon Poitras
Louise Robitaille

Bâtiment

Céline Bélanger
Vincent Boulanger-Martel (stagiaire)
Gilles Guérin
Éric Lortie
Serge Marcoux (responsable)

Documentation et information

Jean-Daniel Bourgault (responsable)
Pascale Dion
Sophie Magos (départ en cours d'année)
Isabelle Martineau
Chantal Paquin
Zeljka Ristic-Rudolf (départ en cours d'année)
Anne Robitaille

Laboratoires

Anissa Bensadoune
Sébastien Duval
Pauline Fournier
Michele Geoffroy-Bordeleau
Philippe Girard
Réal Gosselin
Marc Greendale
Jérôme Grenier-Desbiens (stagiaire)
Richard Lévesque (stagiaire)
William Philibert (stagiaire)
Stéfane Prémont (responsable)
Lise Rancourt
René Rodrigue
Sey-Hana Saing (stagiaire)

Informatique

Claude Blanchette (responsable)
Claude Champagne
Mireille Duval (stagiaire)
Martin Gagné
Louis-Michel Gauthier (stagiaire)
Luc Jalbert
Patrick Laforte
Marc Saint Pierre

Valorisation de la recherche

Carole Parent

Cartographie

Marco Boutin

Le Centre en quelques chiffres

En 2007-2008, le Centre Eau Terre Environnement de l'INRS compte :

39 professeurs-chercheurs
11 professeurs émérites et honoraires
23 professeurs associés
64 professeurs et chercheurs invités

80 étudiants à la maîtrise dont 29 en sciences de la terre et 51 en sciences de l'eau
109 étudiants au doctorat dont 31 en sciences de la terre et 78 en sciences de l'eau
12 étudiants à la maîtrise professionnelle
16 stagiaires postdoctoraux
86 stagiaires en recherche au 1er, 2e et 3e cycles

109 articles publiés dans des revues scientifiques
47 communications scientifiques publiées
233 communications orales ou par affiches
13 livres ou contributions à des ouvrages collectifs
41 rapports de recherche (publics et confidentiels)
16 thèses de doctorat
20 mémoires de maîtrise
10 rapports de stage de maîtrise professionnelle

6 programmes d'études de cycles supérieures
5 chaires de recherche

Et un grand nombre d'unités de recherche (laboratoires, groupes, réseaux, etc.)

Rapport financier

Revenus et dépenses du fonds de fonctionnement (x 1000 $)

Pour l'exercice terminé le 31 mai 2008

Revenus		
Total des revenus institutionnels		9 188
Autres revenus		2 642
Subventions de recherche		
• CRSNG	2 046	
• FQRNT	517	
• Autres sources	2 393	
Total des subventions		4 956
Contrats de recherche		7 890
Total des revenus		24 676
Dépenses		
Recherche et enseignement		18 213
Soutien à la recherche et à l'enseignement		
• Frais généraux d'administration	1 554	
• Investissements M.A.O. (mobilier, appareillage, outillage)	114	
• Documentation et édition	417	
• Direction du Centre	286	
• Informatique	228	
• Laboratoires	607	
• Terrains et bâtiments	1 999	
• Laboratoires lourds	190	
• Entente CGC	157	
Total du soutien à la recherche et à l'enseignement		5 552
Total des dépenses		23 765
Excédent des revenus sur les dépenses		**911**
Virement au fonds d'immobilisations		-463
Excédent net des revenus sur les dépenses		**448**

Réserves du Centre (x 1000 $)

Pour l'exercice terminé le 31 mai 2008

Réserve au fonds de fonctionnement	
Surplus accumulés au 31 mai 2005	1 711
Surplus d'opération au 31 mai 2006	540
Surplus d'opération au 31 mai 2007	970
Surplus d'opération au 31 mai 2008	448
Total des surplus	3 669

Réserve au fonds d'immobilisations	
Solde non utilisé au 31 mai 2005	745
Virement de solde 2005-2006	550
Virement de solde 2006-2007	900
Redressement 2005-2006	1 442
Total du solde non utilisé au 31 mai 2006	3 637
Utilisation de fonds pour finaliser le remboursement de l'Édifice Québec	**-2 853**
Solde non utilisé prévu au 31 mai 2007	784
Solde non utilisé au 31 mai 2008	131

Réserve pour espaces de recherche - Édifice Québec	
Solde non utilisé	567
Virement de solde 2005-2006	741
Solde non utilisé au 31 mai 2006	1 308
Virement de solde 2006-2007	370
Utilisation de fonds pour finaliser le remboursement de l'Édifice Québec	**-1 678**
Virement de solde prévu en 2007-2008	550
Virement de solde réel en 2007-2008	245
Utilisation de fonds pour finaliser le remboursement de l'Édifice Québec	-245
Total	0

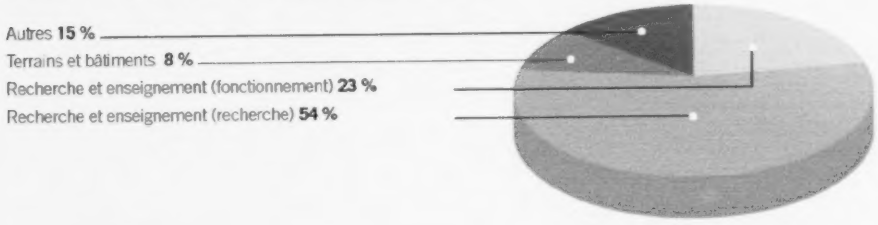
Rapport financier

Dépenses par fonction universitaire (x 1000 $)

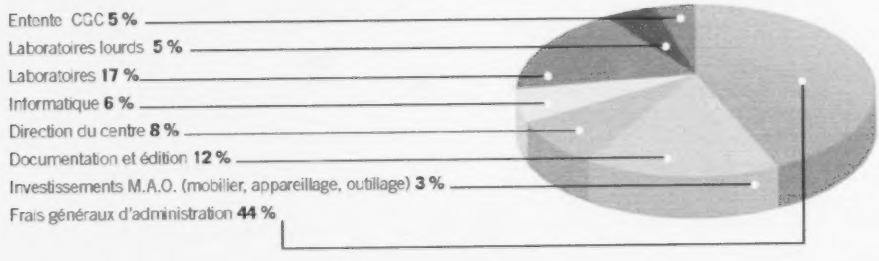
Pour l'exercice terminé le 31 mai 2008

	Salaires, avantages sociaux et bourses	Frais de terrains, voyages, fournitures et matériel	Services professionnels, contractuels et publics; loyer	Total
Recherche et enseignement (fonctionnement)	4 345	93	929	**5 367**
Recherche et enseignement (recherche)	2 807	705	9 334	**12 846**
Frais généraux d'administration	715	55	784	**1 554**
Investissements M.A.O. (mobilier, appareillage outillage)	0	0	114	**114**
Documentation et édition	321	1	95	**417**
Direction du centre	241	27	18	**286**
Informatique	369	2	-143	**228**
Laboratoires	468	1	138	**607**
Terrains et bâtiments	386	5	1 608	**1 999**
Laboratoires lourds	0	1	189	**190**
Entente CGC	79	15	63	**157**
Total	9 731	905	13 129	23 765

Recherche, enseignement, terrains et bâtiments, et autres: 23 765 000 $



Autres fonctions: 3 553 000 $



www.inrs.ca

INRS
Université d'avant-garde